DROGOWY INSTYTUT BADAWCZY

PRZY POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ.

INSTITUT D'ETUDES ROUTIÈRES Á L'ECOLE POLITECHNIQUE

DE VARSOVIE.

BIULETYN Nr. 5

BIULETIN Nr. 5

TREŚĆ

SOMMAIRE

WARSZAWA 1935 R.

DROGOWY INSTYTUT BADAWCZY

PRZY POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ.

INSTITUT D'ETUDES ROUTIÈRES À L'ECOLE POLITECHNIQUE

DE VARSOVIE.

BIULETYN Nr. 5

BIULETIN Nr. 5

TREŚĆ

SOMMAIRE

89

WARSZAWA 1935 R.

Druk. Józef Jankowski i S-ka. Warszawa, Zielna 20. Tel. 519-77.

I.

SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI DROGOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO PRZY POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ ZA PIĄTY ROK ISTNIENIA

(1.IV.33 do 1.IX.33 r. i I.IX.33 do I.IX.34 r.)

Compte rendu de l'Institut d'Etudes Routières depuis le 1.IV.33 jusqu'au I.IX.33 et 1.IX.33 jusqu'au 1.IX.34 (la cinquième année de l'existence).

Sprawozdanie piąte obejmuje okres siedemnastu miesięcy (od dnia 1.IV. 33 r. do dnia 1.IX. 34 r.) w tem dwa sezony letnie 1933 i 34 r. oraz sezon zimowy 1933 co zostało wywołane potrzebą uzgodnienia rachunkowości Instytutu z Kwesturą Politechniki odnośnie początku okresu budżetowego.

Prace Instytutu w okresach letnich poświęcone były potrzebom techniki drogowej i obejmowały przeważnie analizy sprawdzające materjałów kamiennych, przedewszystkiem zaś klinkieru drogowego, lepiszcz bitumicznych (smół i asfaltów) oraz nawierzchni bitumicznych.

Zwłaszcza ten dział pracy rozrósł się w okresie sprawozdawczym do poważnych rozmiarów, skutkiem tego, że cały szereg firm budujących nawierzchnie asfaltowe korzystało z laboratorjum Instytutu w najszerszym zakresie. Prace obejmowały badania materjałów stosowanych do budowy nawierzchni, a więc badania asfaltów, smół i kruszywa, wyznaczanie i ustalanie recept wg. których stosowano dozowanie składników na maszynach produkujących masę asfaltową, wreszcie badania wykonanych nawierzchni i ustalanie jakości i stosunku poszczególnych składników.

Skutkiem utrudnień importowych dla asfaltów zagranicznych zastosowane zostały w dużych ilościach w okresie sprawozdawczym asfalty krajowe do budowy nawierzchni bitumicznych co pozwoliło na dokładniejsze poznanie ich własności i wpływu na trwałość nawierzchni.

Dzięki staraniom D. I. B. Ministerstwo Komunikacji przeprowadziło w roku 1934 w większym zakresie próby z asfaltem parafinowym na odcinkach wykonanych wg. różnych systemów (limbit, asfaltowanie wgłębne i asfaltobeton) co pozwoli na stwierdzenie jego zachowania się jako lepiszcza w nawierzchniach bitumicznych, i na szersze niż dotychczas zastosowanie w budownictwie drogowem.

Badania sprawdzające klinkierów i materjałów kamiennych stanowiły również bardzo poważną pozycję w pracy Instytutu zwłaszcza w sezonie letnim roku 1933. Z badań tych przygotowano obszerny materjał doświadczalny dla prowadzonych prac normalizacyjnych nad klinkierem drogowym.

Przy badaniach materjałów kamiennych przeznaczonych do budowy nawierzchni bitumicznych zwrócono szczególną uwagę na zachowanie się ich w stosunku do bitumu (emulgacja, przyczepność) stwarzając uzupełnienie dotychczasowych badań mechanicznych i fizycznych.

Wyłonione zostało przytem interesujące i zupełnie nowe zagadnienie dotyczące własności klinkieru drogowego, jak również wpływu niektórych materjałów kamiennych na bitum. Posłużyły one za temat do prac doktorskich, z których jedna została w niniejszym biuletynie zamieszona (str. 15).

Na skutek postępów techniki drogowej okazało się koniecznem rozpoczęcie systematycznych prac nad betonem drogowym oraz podłożem drogi co spowodowało uruchomienie dwóch nowych działów pracy Instytutu: działu betonów drogowych oraz działu badań podłoża dróg i związanych z tem systematycznych badań nad składem i własnościami gruntu.

Zakupiono też w okresie sprawozdawczym szereg przyrządów i maszyn zarówno dla nowo powstających działów, jak również jako uzupełnienie dawniejszych. Zakupiono między innemi:

1. Bęben do badania klinkieru drogowego (Rattler Test). Badania w bębnie stanowią miarodajne kryterjum dla oceny jakości klinkieru zwłaszcza w Ameryce, dlatego też został sprowadzony oryginalny model amerykański jako wzór.

2. Maszyna chłodnicza do przeprowadzania badań w niskich temperaturach (do — 30°) nad zachowaniem się klinkieru, materjałów kamiennych oraz nawierzchni bitumicznych.

3. Tarcza do badań ścieralności materjałów kamiennych (wg. Böhme'go) najnowszy model.

4. Cały szereg przyrządów, form, do badań betonu drogowego, badania gruntów i t. p.

Rozwój prac i działalności Instytutu świadczy najlepiej o potrzebie istnienia tej instytucji i celowości przeprowadzanych prac.

Dalszy rozwój Instytutu został jednak zatamowany zupełnie na skutek braku lokalu.

Uzyskany przez Instytut prowizoryczny lokal nie odpowiada swemu przeznaczeniu tak ze względu na warunki zdrowotne (pomieszczenie w suterynach) jak również niewystarczającą już obecnie powierzchnię.

Fatalne warunki wentylacjj, wilgoć, brak światła, powodują u personelu zwłaszcza dłużej pracującego przypadłości chorobowe w postaci sporadycznych zatruć odczynnikami chemicznemi (wyziewy siarczku węgla, benzenu, smół i t. p.), przeziębień i dolegliwości reumatycznych.

Zainstalowane obecnie maszyny spowodowały potrzebę wyzyskania każdego kąta lokalu, a nawet ulokowania niektórych z nich (bęben do badania klinkieru) w korytarzu. Dlatego też kwestja uzyskania dla Instytutu odpowiedniego lokalu stała się równoznaczna z kwestją jego dalszego istnienia i rozwoju, zwłaszcza że przewidziane jest również scentralizowanie w Instytucie badań nad klinkierem drogowym i przekazanie w związku z tem Instytutowi jednego z większych laboratorjów ceramicznych prowincjonalnych.

W lutym 1934 r. Instytut przystąpił do Towarzystwa Studjum Technologicznego organizując Sekcję Drogową „Tost", której naczelnem zadaniem byłoby zdobycie odpowiednich funduszów na budowę potrzebnych pomieszczeń dla D. I. B.

Wszczęta w tym kierunku akcja nie doprowadziła do-

tychczas do pożądanych rezultatów finansowych co wstrzymuje realizację zamierzeń D. I. B. Sprawozdanie rachunkowe Sekcji Drogowej „Tost" w załączeniu.

Sezon zimowy roku 1933 poświęcony był, jak corocznie, pracom normalizacyjnym, opracowywaniu aktualnych zagadnień drogowych na posiedzeniach D. I. B. w gronie członków D. I. B. i zaproszonych fachowców i pracom laboratoryjnym o charakterze badawczym.

W dziale normalizacji materjałów kamiennych:

Załatwiony został sprzeciw zgłoszony do projektu normalizacyjnego dotyczącego kruszywa. Ostateczne brzmienie, po uzgodnieniu z Komisją betonu i żelbetu, przesłane zostało do P. K. N. jako obowiązująca norma.

Przyjęty został jako norma projekt sprawdzania wymiarów materjałów kamiennych i przekazany P. K. N. do ogłoszenia.

Na kilku posiedzeniach Komisji Drogowej zajmowano się sprawą normalizacji klinkieru drogowego, przyczem uznano za konieczne przeprowadzenie badań klinkieru w niskich temperaturach oraz na ścieralność w bębnie (Rattler Test), co jest obecnie w opracowaniu Instytutu. Zgłoszone projekty normalizacyjne dotyczące klinkieru pozostawiono do ostatecznego rozpatrzenia po uzyskaniu wyników przeprowadzanych badań.

Dla potrzeb drogownictwa ustalony został na rok 1934 prowizoryczny projekt norm własności i metod badania klinkieru drogowego.

W dziale betonu drogowego rozpatrywany był projekt przepisów budowy makadamów cementowych oraz wytyczne dotyczące dróg betonowych (kruszywo, metody badań, sposoby budowy).

Na posiedzeniach wysunięto projekt prowadzenia systematycznych badań nad drogami betonowemi oraz zajęto się sprawą metod oznaczania stosunku cementu do kruszywa w betonie. Stwierdzono brak dotychczas pewnych metod analitycznych.

Po porozumieniu się z kilkoma laboratorjami, przystąpiono do sprawdzenia i ulepszenia metody zaproponowanej przez p. Dr. Z. Perkowskiego co jest obecnie przeprowadzane.

W dziale lepiszcz bitumicznych dokonana została rewizja

norm własności i metod badania smół drogowych, przyczem na podstawie uzyskanych obserwacyj z praktyki zwiększono ilość gatunków smół i wprowadzono jako zasadę stosowanie smół gęstych o dużej wiskozie.

Uzgodniono sprzeciw złożony do projektu metod badania asfaltów i zgłoszono na posiedzeniu Komisji Przetworów Naftowych P. K. N. dnia 18.V. 34 r. we Lwowie projekt ostateczny w opracowaniu którego czynny udział brał p. Kpt. Inż. L. Miller.

Po porozumieniu z rafinerjami zestawiono własności asfaltów produkcji krajowych rafineryj przygotowując podstawę do późniejszej normalizacji.

Treść projektów normalizacyjnych i prac omówionych powyżej umieszczona została w biuletynie Nr. 5.

Staraniem Instytutu wydane zostały w powyższym okresie:

a) Biuletyn Nr. 4, zawierający sprawozdanie z działalności za czwarty rok istnienia Instytutu oraz zestawienie prac badawczych i normalizacyjnych;

b) Dalszy ciąg wydawnictwa Instytutu z roku 1929 „Wyniki badań laboratoryjnych materjałów kamiennych używanych do budowy i utrzymania dróg w Polsce".

Poza tem zamieszczane były sprawozdania z prac w „Wiadomościach Drogowych" Nr. 75 — czerwiec 1933 r. Nr 78 — wrzesień 1933 r.

W okresie sprawozdawczym odbyło się 13 posiedzeń.

Zestawienie wykonanych przez Drogowy Instytut Badawczy przy Politechnice Warszawskiej badań i analiz w okresie od dnia 1.IV. 33 r. do dnia 1.IX. 34 r.

Materjały kamienne.

1. Zbadano na przydatność do celów drogowych róbek materjałów kamiennych pochodzenia naturalnego 43

4. Zbadano na przydatność do celów drogowych próbek klinkieru drogowego 709

3. Zbadano na przydatność do celów drogowych próbek kruszywa (piasek, grys) oraz uskuteczniono nastawień agregatu mineralnego 67

4. Zbadano próbek mączek wapiennych 5

5. Zbadano próbek żużla 4

Beton i cement.

1. Przeprowadzono nastawień kruszywa do betonu z uwzględnieniem krzywej przesiewu (kruszywo bazaltowe i granitowe) 3

2. Przeprowadzono badań kontrolnych próbek betonowych na ściskanie i ścieralność 68

3. Przeprowadzono oznaczeń stosunku cementu i kruszywa w betonie 5

Asfalty drogowe.

1. Zbadano asfaltów drogowych na polecenie instytucyj rządowych, samorządowych i firm prywatnych . . 99

Smoły drogowe.

1. Zbadano smół drogowych i smół stabilizowanych na polecenie instytucyj rządowych, sąmorządowych i firm prywatnych 26

Emulsje bitumiczne.

1. Zbadano emulsji bitumicznych na polecenie Ministerstwa Komunikacji i firm prywatnych 27

Nawierzchnie bitumiczne.

1. Przeprowadzono analiz próbek gotowych nawierzchni bitumicznych 111

Analizy chemiczne.

1. Przeprowadzono analiz chemicznych materjałów drogowych i badań różnych (farba do malowania pachołków, fluksy i t. p.) 41

SPRAWOZDANIE RACHUNKOWE.

a) Sprawozdanie rachunkowe za czas od 1.IV.33 r. do 1.IX.33 r.

Przychody.

1. Saldo na 1. IV. 33 r.	Zł.	6.254.16
2. Wpływ od Ministerstwa Komunikacji jako rata należności za wykonane przez D. I. B. badania materjałów drogowych	„	1.000.00
3. Wpłacono do Kwestury Politechniki Warsz. za wykonane przez D. I. B. analizy i badania dla poszczególnych instytucyj rządowych, samorządowych i prywatnych	„	3.411.29
razem . .	Zł.	10.665.45

Rozchody.

1. Wg. ks. inw. Dział II (aparaty i pomoce naukowe)			Zł.	525.47
2. Wg. ks. inw. Dział IV (narzędzia warsztatowe)			„	58.—
3. Wg. ks. inw. Dział V (książki i czasopisma)			„	86.80
4. Wg. ks. inw. Dział VI (sprzęty i narzędzia gospodarcze)			„	11.70
5. Wg. książki materjałowej			Zł.	1.840.86
z czego:				
Wydatki gospodarcze	Zł.	655.43		
Wydatki kancelaryjne	„	92.50		
Szkło laboratoryjne	„	180.48		
Odczynniki chemiczne	„	103.93		
Opłaty stemplowe i pocztowe . . .	„	34.12		
Wydawnictwo biuletynu i różne . .	„	775.40		
6. Wg. książki kasowej kontowej			Zł.	5.629.68
z czego:				
Wynagrodzenie pracowników przy wykonywaniu analiz, obróbce materjałów kamiennych, wynagrodzenie maszynistki i laborantki	Zł.	5.012.48		
Koszta sprowadzania przesyłek . .	„	88.70		
Instalacje, naprawy, szlify	„	367.—		
Różne (opłata telefonu)	„	161.50		

Przychody do dn. 1.IX.33 r. .	Zł.	10.665.45
Rozchody do dn. 1.IX.33. r. .	„	8.152.51
Saldo w dniu 1.IX.33 r.. . .	Zł.	2.512.94

b) Sprawozdanie rachunkowe za czas od 1.IX.33 r. do 1.IX.34 r.

Przychody

1. Saldo na 1.IX.33 r. . . . . Zł. 2.512.94

2. Wpłacono do Kwestury Politechniki Warszawskiej za wykonane przez D.I.B. analizy i badania dla poszczególnych instytucyj rządowych, samorządowych i prywatnych . . . . . „ 40.580.56

Razem . . Zł. 43.093.50

Rozchody.

1. Wg. Grupy I — Wydatki osobowe . . Zł. 19.732.87

z czego:

poz. a—Pensje pracowników opłacanych przez Zakład . . . poz. b — Wynagrodzenie robotników dziennych . . . . . . poz. c — Wynagrodzenie za dodatkowe prace	Zł. 18.074.60
poz. d — Świadczenia socjalne . .	Zł. 1.658.27

2. Wg. Grupy II — Wydatki lokalowe . . Zł. 3.324.08

z czego:

poz. b — Woda i kanalizacja . . poz. c — Opał . . . . poz. d — Światło — jako 5% od obrotu wypłacone Kwesturze Pol. Warszawskiej wg. polecenia Min. W.R. i O.P., pismo Nr. IV NS 3091 34 z dn. 21.III.34 r.	Zł. 2.136.05
poz. e — Utrzymanie porządku . . poz. f — Instalacje remont i konserwacja lokalu	Zł. 1.188.03

3. Wg. Grupy III — Inne wydatki administracyjne . . . . Zł. 1.734.32

z czego:

poz. a — Materjały pisarskie i		
poz. b — Druki	Zł.	612.84
poz. c — Telefony i porto	„	522.77
poz. d — Drobne wydatki	„	598.71

4. Wg. Grupy IV — Urządzenia i potrzeby naukowe Zakładu . . . . Zł. 10.778.47

z czego:

poz. b — Aparaty, przyrządy i narzędzia	Zł.	7.683.69
poz. c — Odczynniki, materjały .	„	3.094.78

Przychody do dn. 1.IX.34 r.	Zł.	43.093.50
Rozchody do dn. 1.IX.34 r.	„	35.569.74
Saldo na dzień 1.IX.34 r.	Zł.	7.523.76

c) Sprawozdanie rachunkowe Sekcji Drogowej Towarzystwa Studjum Technologicznego za czas od dnia 1.III.34 r. do dnia 1.IX.34 r.

Przychody	Zgłoszono deklaracyj do dn. 1.IX.34 r.	Wpłacono do Kwestury do dn. 1.IX.34 r.
1. Zgłoszono deklaracyj na przystąpienie w charakterze członków fizycznych na sumę	Zł. 170.00	Zł. 110.00
2. Zgłoszono deklaracyj na przystąpienie w charakterze członków zbiorowych na sumę. . . .	„ 2.400.00	„ 1.700.00
3. Subwencje na budowę pomieszczeń dla D.I.B.	„ 5.500.00	„ 3.500.00 [1])
Razem . .	Zł. 8.070.00	Zł. 5.310.00

[1]) Z czego:

1. Ministerstwo Komunikacji	Zł.	2.000.00
2. Tow. „Karpaty"	„	1.000.00
3. Wydział Powiat. Warsz. Powiatowego Związku Samorządowego	„	500.00

Program prac Drogowego Instytutu Badawczego przy Politechnice Warszawskiej na okres od dn. 1.IX.34 r. do dn. 1.IX.35 r.

(Szósty rok istnienia).

Materjały kamienne.

a) Badania materjałów kamiennych naturalnych i sztucznych używanych do budowy dróg;

b) Badania i prace normalizacyjne nad klinkierem drogowym.

Asfalty drogowe.

a) Analiza asfaltów emulsyj bitumicznych używanych do celów drogowych;

b) Badania nowych asfaltowych lepiszcz drogowych;

c) Prace normalizacyjne nad własnościami asfaltów krajowych.

Smoły drogowe.

a) Analizy smół drogowych, smół stabilizowanych i emulsyj smołowych używanych do celów drogowych;

b) Badania nowych lepiszcz smołowych.

Beton drogowy.

a) Badania własności betonu o różnym składzie i kruszywie;

b) Opracowanie metody analitycznej, pozwalającej na ustalenie zawartości cementu w betonie;

c) Prace normalizacyjne nad betonem drogowym.

Podłoże drogi.

Systematyczne badania i analizy podłoża dróg.

Nawierzchnie bitumiczne.

Analizy i badania składu i własności nawierzchni bitutumicznych.

Prace narmalizacyjne.

Prace nad słownikiem drogowym.

Ogólne.

Prace badawcze.

Kierownik Instytutu (—) *M. Nestorowicz*

II.

PRACE BADAWCZE.

TRAVAUX DES RECHERCHES.

INŻ. W. SKALMOWSKI.

ZJAWISKA EMULGACJI JAKO JEDEN Z CZYNNIKÓW DESTRUKCYJNYCH W NAWIERZCHNIACH BITUMICZNYCH.

Le phénomène d'émulgation comme facteur destructif des revêtements bitumineux.

WSTĘP.

Temat pracy.

Obserwacje poczynione przy budowie nawierzchni bitumicznych w Polsce, dotyczące destrukcyjnego wpływu na bitum (smoły i asfalty) niektórych materjałów kamiennych posłużyły za podstawę do pracy niniejszej.

Okazało się przytem, że przyczyny psucia się niektórych nawierzchni bitumicznych tkwić mogą w materjale kamiennym użytym do budowy, przyczem poza złemi własnościami wytrzymałościowemi lub kształtem ziarna, także odgrywa rolę fizyko-chemiczne działanie pyłu kamiennego na bitum w obecności wody, powodujące utratę własności wiążących.

Zjawisko to stało się przyczyną kilkakrotnych zniszczeń budowanych nawierzchni bitumicznych oraz bardzo poważnych strat materjalnych. Dotychczas nie zostało ono dostatecznie oświetlone i zbadane. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyjaśnienie jego istoty, oraz na dokładne scharakteryzowanie własności „emulgujących" ważniejszych materjałów kamiennych krajowego pochodzenia, które mają lub mogą mieć zastosowanie przy budowie nawierzchni bitumicznych.

Przed przystąpieniem do właściwego tematu zatrzymamy się nieco dłużej na omówieniu najważniejszych szczegółów tyczących się nawierzchni bitumicznych, ich budowy, składników, oraz czynników powodujących niszczenie. Dane te posłużą do lepszego wyjaśnienia opisywanego następnie „zjawiska emulgacji".

Nawierzchnie bitumiczne.

Pojawienie się samochodów na drogach spowodowało zmiany w charakterze ruchu, objawiające się przedewszystkiem

w zwiększeniu szybkości, i w specyficznem, a innem niż dotychczas, obciążeniu i oddziaływaniu kół pojazdów mechanicznych na nawierzchnię drogi.

Ruch pojazdów konnych charakteryzował się małą szybkością, brakiem wstrząsów gwałtownych, oraz równomiernem rozłożeniem ciężaru.

Ruch pojazdu mechanicznego, na skutek zwiększenia szybkości, jest o wiele więcej skomplikowany i odznacza się przewagą czynników o charakterze dynamicznym.

Jednym z najwięcej destrukcyjnych czynników tego ruchu stało się ssące działanie opon samochodowych, powodujące wysysanie cząstek mineralnych ze zwykłej nawierzchni makadamowej, a więc osłabienie jej spójności.

Pod wpływem ruchu zachodziło dalsze rozluźnienie nawierzchni, odsłonięcie większych kawałków kamienia i bardzo niekorzystne zmiany w obciążeniu ruchem na jednostkę powierzchni, wpływające na szybkie niszczenie nawierzchni.

Motoryzacja ruchu wywołała zatem potrzebę zmian w budowie nawierzchni, któreby wpłynęły na zwiększenie ich trwałości, umożliwiając zarazem rozwinięcie dużej szybkości.

Nawierzchnie przystosowane do ruchu mechanicznego powinny odznaczać się następującemi cechami:

1) Dużą wytrzymałością na obciążenia;

2) Równą i gładką, lecz nie śliską powierzchnią, umożliwiającą rozwinięcie dużej szybkości;

3) Odpornością na działanie ssące opon pojazdów mechanicznych;

4) Małą ścieralnością, zapewniającą im długotrwałość.

Warunkom tym odpowiadać będą przedewszystkiem nawierzchnie o charakterze monolitycznym, spełniające doskonale warunek 1 i 3, wśród nich zaś szczególniej dodatnio wyróżniają się nawierzchnie o lepiszczu bitumicznem, budowane z kruszywa związanego asfaltem lub smołą.

Pod nazwą bitumów [1]), w najszerszem znaczeniu tego słowa rozumiemy mieszaniny węglowodorów naturalnego pochodzenia lub otrzymanych drogą pirogeniczną, lub ich kombinacje (często z towarzyszącemi im ich niemetalicznemi pochod-

[1]) Dictionnaire Technique en 6 Langues. Association Internationale Permanente des Congrès de la Route. Paris 1931.

nemi) znajdujące się w stanie gazowym, ciekłym, półstałym lub stałym, całkowicie rozpuszczalne w CS_2.

Jako lepiszcza bitumiczne znajdują zastosowanie w drogownictwie asfalty i smoły.

Asfaltami nazywamy substancje stałe lub półstałe, koloru czarnego lub ciemno-bronzowego, poddające się stopniowemu upłynnieniu pod wpływem nagrzewania, składające się w przeważnej części z bitumów. Występują one w przyrodzie w stanie stałym lub półstałym, lub też pochodzą z mieszaniny wspomnianych bitumów, czy to między sobą, czy też z ropami naftowemi lub ich pochodnemi.

Smoły są to gęste lub płynne produkty bitumiczne, pochodzące z rozkładowej destylacji ciał organicznych.

Obecnie znajduje zastosowanie smoła pochodząca z suchej destylacji węgla kamiennego.

Rodzaje nawierzchni bitumicznych.

W skład nawierzchni bitumicznych wchodzi kruszywo i bitum. Ilość kruszywa waha się w granicach od 94 do 88% wagowo, ilość bitumu stanowi resztę.

Konstrukcję nawierzchni wogóle, a więc i bitumicznych sprowadzić można do dwóch zasadniczych typów:

1) Nawierzchnie typu makadamowego;
2) Nawierzchnie typu betonowego.

Poza tem istnieje cały szereg typów mieszanych.

Nawierzchnie typu makadamowego, których przedstawicielką jest zwykła nawierzchnia tłuczniowa t. zw. makadamowa, uzyskują zwartość dzięki temu, że przez wałowanie poszczególne ziarna kruszywa zazębiają się i zaklinowują wzajemnie tworząc zwarty szkielet mineralny. Wolne przestrzenie pozostałe pomiędzy ziarnami kruszywa zostają częściowo wypełnione drobnym grysem (klińcem), miałem i pyłem, podczas t. zw. miałowania, co zwiększa zwartość nawierzchni, czyniąc ją zarazem mniej przepuszczalną.

Skomprymowanie nawierzchni podczas budowy nie jest ostateczne. Zachodzi ono dopiero pod wpływem ruchu, jak również i dalsze zapełnienie wolnych przestrzeni.

Jeżeli proces miałowania zwiększa zwartość nawierzchni, dzięki tworzeniu się pewnego rodzaju zaprawy o słabych

własnościach wiążących, spajającej poszczególne ziarna kruszywa, to użycie lepiszcza bitumicznego znacznie efekt ten podwyższy.

Użyte lepiszcze spełnia rolę smaru, umożliwiającego lepsze wewnętrzne zaklinowanie się ziaren mineralnych i zapełnienie wolnych przestrzeni.

Pod działaniem ruchu drogowego tworzy się z pyłem zaprawa, zapełniająca szczeliny między ziarnami kruszywa i oblepiająca ziarna. Skutkiem tego powstaje równa i gładka nawierzchnia, nieprzepuszczalna dla wody, niepoddająca się ssącemu działaniu opon samochodowych.

Nawierzchnie bitumiczne typu makadamowego odznaczać się będą następującemi cechami:

1) Do budowy wymagany jest materjał kamienny o dużej wytrzymałości na ściskanie, mało ścieralny, jednorodny w całej swej masie, o ziarnach tetraedycznych umożliwiających najlepsze wzajemne zaklinowanie.

2) Lepiszcze bitumiczne do tego typu nawierzchni winno wykazywać wybitne cechy „smarne", dlatego też najlepiej nadaje się do tego celu asfalt miękki lub smoła.

3) Pod wpływem ruchu nawierzchnie typu makadamowego ulegają dalszej komprymacji, zmniejszając swą pierwotną grubość. To „dojrzewanie" nawierzchni odbywa się aż do osiągnięcia największej zwartości i wypełnienia wolnych przestrzeni, pozostałych po uwałowaniu nawierzchni.

Nawierzchnie typu betonowego oparte są na innych zasadach. Utrzymanie zwartości nawierzchni przypada w dużej mierze na lepiszcze. Kruszywo wypełnia przestrzeń, przyczem wypełnienie to powinno być jak najlepsze. Kształt ziarna odgrywa do pewnego stopnia rolę mniejszą, dlatego też żwiry i piaski o ziarnach zaokrąglonych znajdują tu duże zastosowanie. Nierównie większe znaczenie ma dobór ziarna, przyczem racjonalne wzajemne ustosunkowanie ziaren mniejszych i większych, aż do pyłu włącznie pozwala na zredukowanie wolnych przestrzeni do minimum — t. zw. „minimum próżni" — i uzyskanie tem samem masy mineralnej o największym ciężarze objętościowym (gęstości).

Użyte lepiszcze bitumiczne winno posiadać dużą siłę wiążącą, by związać poszczególne ziarna i utrzymać je przy sobie.

Wykonanie tego typu nawierzchni polegać będzie na doborze odpowiedniego uziarnienia, mechanicznem otoczeniu ziaren kruszywa błonką bitumiczną i wzajemnem ich spojeniu przez zawałowanie lub ubicie.

Uzyskuje się przytem nawierzchnię, w większości wypadków, o największej zwartości i gęstości, która albo zupełnie nie ulega komprymacji pod wpływem ruchu (twardy asfalt lany), albo też w stopniu stosunkowo nieznacznym (asfalt piaskowy, asfalto-beton).

Nawierzchnie bitumiczne typu betonowego odznaczać się będą następującemi cechami:

1) Doborem uziarnienia kruszywa wg. zasady „minimum próżni" do czego niezbędne jest zastosowanie bardzo drobnego pyłu mineralnego zwanego wypełniaczem (fillerem).

2) Lepiszcze bitumiczne stosowane do tego typu nawierzchni musi posiadać własności wiążące i nośne, dlatego też stosowane są asfalty twardsze oraz smoły bardzo gęste o wysokiej wiskozie,

3) Brakiem komprymacji pod wpływem ruchu, lub też komprymacją stosunkowo nieznaczną.

4) Zastosowaniem, prócz kruszywa pierwszorzędnej jakości, pod względem własności fizycznych i wytrzymałościowych oraz kształtu ziaren — kruszywa naturalnego w postaci żwiru i piasku.

Prócz podanych dwuch zasadniczych typów konstrukcji nawierzchni istnieje cały szereg typów pośrednich.

* * *

Grubość nawierzchni i jej rodzaj uzależniony jest od różnych czynników, w pierwszym zaś rzędzie od rodzaju i natężenia ruchu.

Zależnie od tego rozróżniamy:

1. Nawierzchnie bitumiczne typu lekkiego;
2. Nawierzchnie bitumiczne typu średniego;
3. Nawierzchnie bitumiczne typu ciężkiego.

Nawierzchnie bitumiczne typu lekkiego i średniego mają przeważnie za zadanie wzmocnienie nawierzchni tłuczniowej i zabezpieczenie jej od ssącego działania kół pojazdów mechanicznych.

Zabezpieczenie typu lekkiego uzyskuje się zazwyczaj przez pokrycie nawierzchni tłuczniowej cienką warstwą ochronną, składającą się z drobnego kruszywa (grysu), którego ziarna spojone są ze sobą i nawierzchnią bitumem.

Sposób wykonania tego typu nawierzchni może być rozmaity. Najczęściej stosowany jest sposób powierzchniowego bitumowania, polegający na kilkakrotnem spryskaniu w pewnych odstępach czasu, dokładnie oczyszczonej nawierzchni tłuczniowej bitumem w stanie płynnym i posypaniu grysem, oraz przywałowaniu, w razie potrzeby. Zabieg ten daje w rezultacie pewnej grubości warstwę (1 — 2 cm) ściśle przylegającą i spojoną z właściwą nawierzchnią, stanowiącą w danym wypadku fundament, przyczem uzyskuje się pokrowiec gładki na powierzchni, przydatny do szybkiego ruchu i pozbawiony kurzu, jak wszystkie nawierzchnie bitumiczne.

Pod wpływem ruchu poszczególne ziarna grysu ulegają częściowemu rozkruszeniu, tworząc mieszaninę różnej grubości wzajemnie się uzupełniających ziaren, spojonych bitumem. Dzięki temu wytwarza się monolitycny pokrowiec, nieprzepuszczalny dla wody, z którego opony samochodowe nie mogą wyssać drobnych cząstek kamiennych, jak to ma miejsce w zwykłych nawierzchniach tłuczniowych. Oczywiście wytworzona warstwa ochronna nie może sama przez się, ze względu na małą grubość, przeciwstawić się dużym obciążeniom ruchu, a jedynie przez wytworzenie równej i gładkiej powierzchni sprowadza obciążenie na jednostkę powierzchni do minimum.

Zabezpieczenie typu średniego uzyskuje się bądź przez wzmocnienie szkieletu mineralnego nawierzchni tłuczniowej bitumem przeważnie z równoczesnem zastosowaniem pokrowca, bądź też przez ułożenie na odpowiednim fundamencie samodzielnej warstwy asfaltowej odpowiedniej grubości.

Do najczęściej stosowanych sposobów budowy nawierzchni bitumicznych średniego typu należy t. zw. bitumowanie wgłębne, wykonywane sposobem penetracyjnym bitumem na gorąco lub emulsją na zimno.

Stosowane są również makadamy asfaltowe układane na gorąco z tłucznia otaczanego bitumem w odpowiednich instalacjach, lub wreszcie makadamy układane na zimno z warstw tłucznia i grysu otaczanego uprzednio bitumem, a dostarczanego w stanie zimnym na miejsce budowy.

Nawierzchnie te, jako makadamowe, posiadają po zawałowaniu wolne przestrzenie, z tego też względu pożądane jest zabezpieczenie ich od góry szczelną warstwą ochronną nieprzepuszczalną dla wody. Warstwę tę stanowi przeważnie powierzchniowe bitumowanie, niekiedy zaś, zwłaszcza przy makadamach układanych na zimno, warstwa z drobnego grysiku, miału i wypełniacza, wykonana wg. sposobu betonowego z uwzględnieniem „minimum próżni".

Grubość warstwy powstałej przy bitumowaniu wgłębnem wynosi przeciętnie 7—8 cm.

W niektórych wypadkach rolę nawierzchni typu średniego spełniają nawierzchnie normalnie stosowane przy dużych obciążeniach.

W tym wypadku grubość warstwy zostaje zredukowana. Duże zastosowanie znajdują, jako nawierzchnie typu średniego nawierzchnie „dywanowe" o grubości po uwałowaniu 2,5—3,5 cm., układane na fundamencie ze zwykłej nawierzchni tłuczniowej.

Nawierzchnie typu ciężkiego spoczywać muszą na mocnym fundamencie i posiadać odpowiednią grubość. Stanowią one jednolitą zwartą płytę elastyczną.

Znajdują tu zastosowanie najczęściej nawierzchnie typu betonowego np. asfalto-betony, asfalty lane, twarde asfalty lane, asfalty piaskowe, wreszcie różnego typu nawierznie układane na zimno z kruszywa otoczonego bitumem, zastosowanego wg. typu makadamowego lub betonowego (Colprovia, Komdrobit, Termak, Limbit i t. p.).

Są to nawierzchnie obliczone na długi okres istnienia w normalnych warunkach pracy, równe, gładkie o estetycznym wyglądzie, kosztowne w budowie, jednakże wymagające normalnie bardzo małych kosztów utrzymania.

Składniki nawierzchni bitumicznych.

Kruszywo. Właściwy szkielet nawierzchni bitumicznej stanowi kruszywo mineralne, dlatego też od jego jakości zależy, w pierwszym rzędzie, późniejsze zachowanie się nawierzchni.

Dobre kruszywo powinno odznaczać się przedewszyskiem wytrzymałością na ściskanie. Cecha ta jest bardzo ważna i niedostateczne jej przestrzeganie prowadzi do miażdżenia szkieletu mineralnego pod wpływem ruchu i zniszczenia na-

wierzchni. Niedostateczna wytrzymałość kruszywa wypływać może z tego, że sam materjał kamienny z natury swej jest mało wytrzymały, lub też posiada części nadwietrzałe.

Poza tem kruszywo winno być zwięzłe i nie powinno się kruszyć. Dlatego też, przy badaniach kruszywa do nawierzchni bitumicznych, coraz więcej uwzględniana jest próba, polegająca na wywieraniu określonego ciśnienia na kruszywo umieszczone w walcu stalowym, odsianiu powstałego pyłu i miału przez odpowiednie sito i ustalenie jego procentowej zawartości.

Ważną cechą kruszywa jest jego ścieralność. Pożądanem jest kruszywo o jak najmniejszej ścieralności, jednakże i miększe kruszywa, ze względu na użycie bitumu i otoczenie ziaren, nadają się również do budowy nawierzchni bitumicznych. Okres trwania nawierzchni z takiego kruszywa oczywiście ulega skróceniu skutkiem szybszego starcia warstwy górnej.

Przykładem tego są twarde wapienie i dolomity, zwłaszcza te ostatnie, stosowane z bardzo dobrym wynikiem nawet do ciężkich typów nawierzchni bitumicznych.

Dalszemi wymaganemi cechami dobrego kruszywa będą czystość i graniasty kształt ziaren.

Czystość kruszywa charakteryzuje się brakiem domieszek zwietrzałych, które przedewszystkiem obniżają wytrzymałość mechaniczną szkieletu mineralnego nawierzchni, jeżeli zaś posiadają charakter gliniasty, prócz tego ujemnie wpływają na lepiszcze i powodują niszczenie nawierzchni.

Sprawa ta będzie przedmiotem szczegółowych badań w dalszym ciągu niniejszej pracy.

Kształt ziaren ma ogromne znaczenie dla nawierzchni bitumicznych, zwłaszcza typu makadamowego. Właściwy kształt ziaren powinien zbliżać się do tetraedru, co pozwala na dobre wzajemne zaklinowanie się ziaren kruszywa i utworzenie zwartego szkieletu nawierzchni.

Ziarna okrągłe a zwłaszcza blaszkowe, lub igiełkowe utrudniają, a nawet uniemożliwiają wzajemne zaczepienie się ziaren o siebie i do nawierzchni typu makadamowego nie są przydatne.

W nawierzchniach typu betonowego, gdzie zwartość szkieletu zależy również od wiążących własności bitumu utrzymują-

cego poszczególne ziarna obok siebie, kształtziarna ma mniejsze znaczenie, dlatego też piaski i żwiry o ziarnach zaokrąglonych znajdują w pewnych warunkach szerokie zastosowanie (asfalty lane i piaskowe), jednakże do nawierzchni betonowych o ziarnie grubszem i mniejszej zawartości bitumu (asfaltobetony) konieczne jest użycie kruszywa o ziarnach graniastych dobrze się klinujących.

Prócz grysów ma ogromne znaczenie dla nawierzchni bitumicznych, zwłaszcza typu betonowego, drobny pył mineralny t. zw. mączka mineralna (filler). Służy ona do wypełnienia wolnych przestrzeni między ziarnami kruszywa. Po wymieszaniu z asfaltem tworzy zaprawę. Zaprawa ta spaja i otacza większe ziarna kruszywa i utrzymuje zwartość nawierzchni.

Jako mączki używa się w praktyce bardzo drobnego pyłu mineralnego, posiadającego wg. projektu norm polskich następujące własności:

Grubość ziaren od 0,0 do 0,250 mm, przyczem:

1. Przez sito o prześwicie 0,074 mm winno przechodzić powyżej 80% ziaren.

2. Przez sito o prześwicie 0,250 mm winno przechodzić 100% ziaren.

3. Na sitach o prześwicie 0,074 mm, 0,150 mm i 0,177 mm nie powinno pozostawać więcej jak 20%, przyczem na sicie o prześwicie 0,177 mm — nie więcej niż 5%.

W praktyce znalazła zastosowanie mączka otrzymywana przez zmielenie twardych zbitych wapieni, przyczem wybór ten, jak to wynika z dalszych rozważań ma swoje uzasadnienie. Prócz tego stosowany jest niejednokrotnie cement, więcej ze względu na jednorodność i stałość uziarnienia.

Okazało się następnie, że zastosowanie jako wypełniacza do nawierzchi bitumicznych mączki pochodzącej ze skał zwietrzałych, zawierających glinę lub też zmielonej gliny prowadzi do zniszczenia nawierzchni.

Dlatego też przy budowie nawierzchni bitumicznych przyjęto za jeden z najważniejszych warunków dobrego wykonania potrzebę wyeliminowania domieszek i zanieczyszczeń o charakterze gliniastym w postaci nadwietrzałego lub zwietrzałego kruszywa, mączki gliniastej jako wypełniacza, wreszcie wszelkich zanieczyszczeń gliniastych naniesionych podczas budowy.

Bitumy (asfalty i smoły).

Asfalt jest produktem występującym w przyrodzie, bądź w postaci t. zw. asfaltu naturalnego, bądź też jako składnik ropy naftowej, bądź w postaci skał bitumicznych.

Z asfaltów naturalnych największe zastosowanie ma asfalt z wyspy Św. Trójcy (Trinidad) po oczyszczeniu zwany „Trinidad épuré". Zawiera on około 57% bitumu i 40—43% części mineralnych.

Domieszki mineralne są w nim tak rozdrobnione, że pozostają w postaci subtelnej zawiesiny, wykazując tylko nieznaczną skłonność do osiadania.

Cecha ta jest bardzo dodatnia, gdyż użycie asfaltu trynidackiego do nawierzchni bitumicznych, zwłaszcza typu betonowego, powoduje zarazem, że subtelny pył mineralny, zawarty w asfalcie, spełnia rolę wypełniacza z lepszym skutkiem niż mączka mineralna. Prócz tego asfalt ten odznacza się odpornością i nie podlega zmianom pod wpływem czynników atmosferycznych.

Jako skały bitumiczne znane są wapienie i piaskowce zawierające od 8 — 15% asfaltu.

W technice drogowej używane są głównie wapienie bitumiczne, w postaci proszku, który pod wpływem ubijania i walcowania na gorąco komprymuje się dając jeden z typów nawierzchni t. zw. asfalt ubijany lub też stosowane są jako domieszka o charakterze wypełniacza do asfaltów lanych lub twardych asfaltów lanych.

Asfalty ponaftowe mają dla drogownictwa większe znaczenie ze względu na ilości, w jakich są produkowane.

Produktem wyjściowym do otrzymania tych asfaltów, jak wspomniano, jest ropa naftowa, której złoża rozsiane są w różnych miejscach kuli ziemskiej.

Ze względu na swój charakter i skład, ropy naftowe dzielą się na asfaltowe, parafinowe i asfaltowo parafinowe [1]).

Ropy asfaltowe odznaczają się wysokim ciężarem właściwym, wysoką pozostałością podestylacyjną, z której uzyskuje się duże ilości asfaltu o własnościach zbliżonych do asfaltów naturalnych i dużej sile wiążącej. Ropy te posiadają małe

[1]) W. Reiner: Handbuch der neuen Strassenbauweisen Berlin 1929 str. 50.

ilości produktów lżejszych jak benzyny, nafty, oleje. Do tego typu należy zaliczyć ropy amerykańskie.

Ropy parafinowe odznaczają się niskim ciężarem właściwym, dużą zawartością destylatów lekkich wysokowartościowych, wreszcie niską, półstałą pozostałością podestylacyjną. Uzyskane z nich asfalty odznaczają się wysoką zawartością parafiny, oraz gorszemi naogół własnościami fizycznemi niż asfalty grupy pierwszej.

Ropy asfaltowo-parafinowe są produktem pośrednim między grupami poprzedniemi. Destylaty z nich uzyskane podobne są do destylatów grupy parafinowej. Pozostałość podestylacyjna jest stosunkowo duża i można z niej uzyskać dobre asfalty drogowe przy odpowiednio starannie prowadzonym procesie destylacji, który ma decydujące znaczenie na własności uzyskiwanego asfaltu.

O ile destylację prowadzi się w kierunku uzyskania jak największej ilości dobrego asfaltu, należy unikać stosowania zbyt wysokich temperatur, które powodują niepożądane zmiany składników i przepalenie asfaltu. Niepożądane jest również długotrwałe ogrzewanie, dlatego też dąży się do tego, aby usuwać poszczególne składniki ropy w temperaturach niższych od ich punktów wrzenia i odpowiednio szybko. Stosuje się w tym cele destylację z parą wodną, bądź też próżniową, co umożliwia oddzielenie poszczególnych składników ropy bez obawy przepalenia.

Jeżeli destylacja prowadzona jest w kierunku uzyskania jak największej ilości destylatów lżejszych, wówczas stosuje się sposoby prowadzące do rozkładu węglowodorów ciężkich przy normalnym a nawet większym ciśnieniu i wysokich temperaturach t. zw. sposoby „crackingowe" oddziaływujące szkodliwie na pozostałość podestylacyjną.

Uzyskanie asfaltu o wymaganych własnościach z pozostałości podestylacyjnej odbywa się przez jej „nastawienie".

Najprostszym sposobem „nastawienia" asfaltu przy destylacji próżniowej lub z parą wodną polega na pobieraniu co pewien czas próbek pozostałości i sprawdzaniu jej punktu mięknienia i penetracji, dopóki nie osiągną one pożądanej wysokości.

W niektórych wypadkach stosowany jest t. zw. sposób

„przedmuchiwania", polegający na tem, że przez pozostałość podestylacyjną przepuszcza się powietrze lub parę wodną, dzięki czemu zachodzi utlenienie (oksydacja) i utwardzanie wytwarzanego asfaltu.

Asfalty naturalne lub twarde gatunki asfaltów ponaftowych są normalnie za twarde do bezpośredniego użytku do budowy dróg i wymagają zmiękczenia przez dodatek t. zw. „fluksu".

Jako fluksy stosowane są oleje o odpowiednich własnościach, uzyskiwane z destylacji ropy naftowej lub miększe asfalty. Przez wymieszanie na gorąco asfaltów twardych z odpowiednim fluksem, w pewnym stosunku, uzyskuje się asfalt o wymaganych własnościach. Ten sposób „nastawiania" asfaltów nosi nazwę „fluksowania".

Badania asfaltów obejmują badania fizyczne i badania chemiczne.

Badania fizyczne asfaltów [1]).

Dla charakterystyki asfaltu najważniejsze są oznaczenia:

a) punktu lub temperatury mięknienia, wskazującej, w jakiej temperaturze asfalt mięknie i przechodzi w stan półpłynny;

b) penetracji asfaltu, wyrażonej głębokością przenikania w asfalt znormalizowanej igły obciążonej 100 g w czasie 5 sekund w zadanej temperaturze (normalna temperatura pomiaru 25^0). Penetrację asfaltu oznacza się znakiem ^{0}. Jeden ^{0} oznacza zagłębienie się igły na 0,1 mm;

c) oznaczenie ciągliwości polegające na rozciąganiu brykiecika asfaltowego na odpowiednim przyrządzie w określonej temperaturze (normalna temperatura pomiaru 25^0).

Te trzy zasadnicze oznaczenia orjentują o gatunku asfaltu.

Asfalty miększe posiadają niski punkt mięknienia, wysoką penetrację i wysoką ciągliwość, asfalty twarde wyróżniają się wysokim punktem mięknienia, niską penetracją i niską ciągliwością.

Poza tem istnieje cały szereg oznaczeń ważnych wprawdzie, stanowiących niejako uzupełnienie oznaczeń zasadniczych, należą tu:

---

[1]) W opracowaniu autora.

a) Oznaczenie odparowalności asfaltu (ogrzewanie próbki przez 5 godzin w temperaturze 163°) i sprawdzenie zmian w punkcie mięknienia, penetracji i ciągliwości;

b) oznaczenie punktu lub temperatury zapłonu.

Praktyka drogowa wykazała, że dla naszych warunków specjalnie ważne są również badania co do zachowania się asfaltów w niskich temperaturach (asfalty powierzchniowe), a to celem sprawdzenia, czy przy mrozach panujących u nas, nie zatracają asfalty, po ułożeniu na drodze, swej plastyczności i nie stają się kruche, co niejednokrotnie miało miejsce.

Badania chemiczne asfaltów.

Polegają one na wyodrębnieniu pewnych składników, jak siarka, parafina i oznaczeniu ich zawartości. Ze względu na budowę kolloidalną cząstek asfaltów i smół oraz obecność różnych skomplikowanych związków, poznanie składu chemicznego jest bardzo trudne. Do oznaczeń chemicznych należy też sprawdzanie czystości asfaltu, polegające na stwierdzeniu, czy badany asfalt rozpuszcza się całkowicie w siarczku węgla (CS_2); przyjęta norma powyżej 99,5%.

Własności asfaltów dla poszczególnych celów drogowych.

Zależnie od przeznaczenia, asfalt użyty na drodze powinien posiadać pewne własności określone, przedewszystkiem odpowiedni punkt mięknienia, penetrację i ciągliwość.

W użyciu są następujące normy:

	Pkt. miękn. wg. Kr. Sar.	Penetracja	Ciągliwość
1. Asfalt dla celów powierzchniowych	25—35°	120—200°	> 100 cm
2. Asfalt dla celów wgłębnych	25—40°	80—120°	> 100 cm
3. Asfalt do ciężkich nawierzchni: a) asfaltobetony	40—55°	30— 80°	> 100 cm
b) asfalt lany i twardy asfalt lany	50—70°	10— 20°	> 60 cm
c) asfalt piaskowy	40—50°	30— 70°	> 100 cm

Sposoby i postacie zastosowania asfaltów.

1. Asfalt stosowany na gorąco. Sposób najczęściej stosowany, zwłaszcza przy budowie ciężkich nawierzchni bitumicznych, gdzie chodzi o dobre otoczenie błonką bitumiczną zia-

ren kruszywa. Przy gorącym sposobie asfalt zostaje podgrzany do stanu łatwo płynnego (temp. 160 — 170°) i rozlewany lub rozpryskiwany (przy powierzchniowem i wgłębnem zastosowaniu), bądź też mieszany z gorącym kruszywem w specjalnych instalacjach (przy przygotowaniu masy do ciężkich nawierzchni bitumicznych).

2. Asfalt stosowany w mieszaninie ze smołą w postaci t. zw. smół stabilizowanych. Asfalt miesza się na gorąco ze smołą w odpowiednim stosunku (20 — 25% asfaltu), przyczem powstaje mieszanina o lepszych własnościach niż normalna smoła.

3. Asfalt w postaci emulsji lub t. zw. asfalt upłynniony do stosowania „na zimno" bez podgrzewania. Celem sporządzenia emulsji rozgrzewa się odpowiedni gatunek asfaltu i miesza się w odpowiednich instalacjach (młynkach np. Hurell'a lub urządzeniach z mieszadłem) z wodą zawierającą t. zw. emulgator (mydło lub preparaty o charakterze kolloidalnym) pozwalające na utrzymanie cząstek asfaltu w wodzie w postaci zawiesiny przez czas dłuższy. Po rozlaniu na drodze i wyparowaniu wody, cząsteczki asfaltu łączą się ze sobą tworząc błonkę bitumiczną na ziarnach mineralnych.

Tak zwane asfalty na zimno zestawione są w ten sposób, że do normalnego asfaltu odpowiedniej twardości, dodawane są środki upłynniające bardzo łatwo lotne, rozpuszczające dobrze asfalt i zamieniające go w normalnej temperaturze na ciecz łatwo płynną. Po rozlaniu rozpuszczalniki szybko parują pozostawiając błonkę asfaltową o normalnych własnościach lepiących.

Asfalty drogowe produkcji krajowej [1])

Kwestja asfaltów w Polsce wiąże się ściśle z charakterem złóż rop naftowych, jakie Polska posiada. Większość wydobywanej ropy jest o charakterze parafinowym, uzyskane z niej asfalty posiadają znaczny procent parafiny (od 5 do 6,5%).

Zagadnienie szkodliwości parafiny w asfaltach było specjalnie ostro postawione w Polsce kilka lat temu, a to dzięki wpływom zagranicznym. Zagranica operując asfaltami bezpa-

[1]) W opracowaniu autora.

rafinowemi, do nich zastosowała dotychczasowe metody budowy dróg. Z chwilą zastosowania u nas nawierzchni asfaltowych (rok 1925 — ulice miejskie i rok 1928 — pierwsze próby na drogach) odrazu narzucony został z zagranicy pogląd o niemożności stosowania asfaltów parafinowych do budowy dróg, utrzymany i podkreślany mocno przez zagranicznych importerów. Normy zagraniczne dopuszczają jedynie 2% zawartości parafiny, podczas gdy asfalty krajowe pod tym względem można podzielić na trzy grupy:

I — asfalty o zawartości parafiny poniżej 1% i własnościach fizycznych odpowiadających normom zagranicznym dla asfaltów drogowych bezparafinowych;

II — asfalty o zawartości parafiny 2 — 4% i własnościach fizycznych odpowiadających normom zagranicznym dla asfaltów drogowych bezparafinowych;

III — asfalty o zawartości parafiny od 5 do 6,5% i własnościach gorszych od asfaltów grup poprzednich.

Po wielu pracach i dyskusjach na temat szkodliwości parafiny w asfaltach, Drogowy Instytut Badawczy przyjął za podstawę do oceny asfaltu jego własności fizyczne i zachowanie się w niskich temperaturach, uważając sprawę parafiny jako drugorzędną.

Smoły drogowe [1]).

Smoły znajdują zastosowanie do powierzchniowego utrwalania dróg, do wgłębnego utrwalania dróg i do ciężkich typów nawierzchni smołowych (smołobetony, Termak, Komdrobit).

Smołę uzyskuje się w koksowniach i gazowniach przy suchej destylacji węgla kamiennego, jest to t. zw. smoła surowa, nieprzydatna bezpośrednio do celów drogowych ze względu na zawartość wody oraz obecność lotnych olejów.

Smołę drogową uzyskuje się ze smoły surowej przez t. zw. destylację lub preparację.

Smołę drogową destylowaną uzyskuje się przez oddestylowanie części lżejszych i doprowadzenie pozostałości do odpowiedniej gęstości przez nastawienie „wiskozy” smoły.

Smołę preparowaną uzyskuje się przez uprzednie rozdestylowanie smoły surowej na części składowe t. j. na poszcze-

---

[1]) W opracowaniu autora.

gólne oleje i pak i następne wymieszanie paku z odpowiedniemi ilościami olejów.

Smoły stabilizowane

Smoła zwykła traci po pewnym czasie swoje składniki lotne i kruszeje. Żeby polepszyć te własności, praktyka drogowa stosuje dodatek asfaltu do smoły w ilości 20 — 25%. W Polsce znalazły zastosowanie do stabilizacji początkowo asfalty zagraniczne (Ebano) obecnie zaś, po przeprowadzeniu odnośnych badań i prób zastosowane zostały asfalty krajowe z dobrym wynikiem.

Charakterystyka smół.

Smoła składa się z części oleistych, wrzących w różnych temperaturach i pozostałości stałej t. zw. paku.

Dla charakterystyki smoły najistotniejszem oznaczeniem jest jej „wiskoza" wyrażona w sekundach (czas w ciągu którego pewna ilość smoły w temperaturze 30° wypłynie z naczyńka o znormalizowanym otworze).

Oleje smołowe zawierają składniki niepożądane, jak naftalen, fenole, oraz antracen, których procentowa zawartość jest ograniczona do minimum normami.

Najistotniejsze są dla smoły oleje ciężkie i antracenowe, jako najtrudniej lotne.

Analiza smoły polega na ustaleniu wiskozy oraz zawartości poszczególnych destylatów przez destylację frakcjonowaną.

Z zalet smół należy podkreślić ich płynność i dobrą penetrację t. j. zdolność przenikania wgłąb nawierzchni, co przy asfaltach jest znacznie trudniejsze, zdolność dobrego przylegania i otaczania ziaren mineralnych.

Część I.

Czynniki powodujące niszczenie nawierzchni bitumicznych.

Uwagi ogólne.

Każda nawierzchnia drogowa po pewnym okresie pracy ulega naturalnemu starciu i zużyciu i wymaga odnowienia.

Normalne zużycie nawierzchni uzależnione jest od natężenia ruchu oraz miejscowych warunków. Nawierzchnie typów ciężkich są najtrwalsze, ale też i koszt ich budowy jest największy.

Każda nawierzchnia bitumiczna, zależnie od rodzaju, przedstawia warstwę grubości od 1 — 7 cm. na której odbywa się ruch. Warstwa ta, ze względu na nieznaczną grubość, nie może przeciwstawiać się występującym na niej obciążeniom ruchu i wymaga odpowiedniej grubości fundamentu oraz wytrzymałego podłoża. Przy prawidłowo zbudowanej nawierzchni bitumicznej, grubość jej, jak również grubość fundamentu, musi być dokładnie obliczona w zależności od spodziewanego obciążenia ruchu, aby przenoszone na podłoże ciśnienie nie było za wysokie. W przeciwnym wypadku następuje usuwanie i poddawanie się podłoża, uciskanie i wgniatanie fundamentu, co powoduje, że nawierzchnia bitumiczna pęka, kruszy się i niszczeje pod wpływem ruchu.

Jako dopuszczalne obciążenie podłoża, zależnie od rodzaju gruntu, oraz jego zawilgocenia, zostało przyjęte: [1])

glina wilgotna . . .	około	1	kg/cm^2
glina sucha	„	3	„
piasek suchy . . .	„	2 — 3	„
gruby piasek i żwirek	„	3 — 5	„
stara droga	„	5 — 10	„

[1]) Dr. Ing. F. Todt: Fehlerquellen beim Bau von Landstrassendecken aus Teer und Asphalt, Halle 1932, str. 13.

Obciążenie jakie wywierają różnego rodzaju pojazdy na nawierzchnię drogi, zależne są od rodzaju ruchu, rodzaju i stanu nawierzchni, wreszcie rodzaju i stanu obręczy kół pojazdów. Stwierdzono, że obciążenia na jednostkę powierzchni na różnych nawierzchniach są niejednokrotnie bardzo wysokie (3 — 125 kg/cm^2 i więcej[1]) i tem są mniejsze, im nawierzchnia jest równiejsza i lepiej utrzymana.

Z zestawienia dopuszczalnych obciążeń podłoża widzimy, jak duże znaczenie na jego wytrzymałość ma stan zawilgocenia gruntu. Im suchsze jest podłoże, tem wytrzymałość jego staje się większą, co wskazuje na potrzebę dobrego odwodnienia i osuszenia.

Zabezpiecza to również nawierzchnię od t. zw. przełomów wiosennych, które w naszych warunkach występują dość często w terenach gliniastych i są powodem poważnych zniszczeń nawierzchni drogowych.

Przyczyną przełomów jest nagromadzenie się wody na podłożu nieprzepuszczalnem pod nawierzchnią. Obniżenie się temperatury w okresie zimowym powoduje jej zamarzanie i rozsadzenie nawierzchni. Okres odtajania na wiosnę sprowadza natomiast raptowne zniszczenia pod wpływem ruchu.

Przeoczenie sprawy uregulowania w sposób właściwy i racjonalny odwodnienia podłoża mści się później bardzo dotkliwie, wymaga bowiem kosztownych napraw, często zaś gruntownej przebudowy zniszczonej nawierzchni.

Na dobrze odwodnionem i osuszonem podłożu, oraz odpowiedniej grubości fundamencie układa się właściwą nawierzchnię bitumiczną.

Dobre połączenie nawierzchni z fundamentem i podłożem jest jednym z pierwszych warunków, który należy spełnić, by w następstwie uniknąć nieprzyjemnych zjawisk falowania, przesuwania się nawierzchni, lub odstawania, co ma niejednokrotnie miejsce zarówno przy nawierzchniach lekkich (powierzchniowe bitumowanie) jak również i ciężkich typów i stanowi bardzo trudną do zwalczenia wadę.

Budowa nawierzchni nastręcza cały szereg możliwości, które w następstwie spowodować mogą jej zniszczenie, przy-

---

[1]) Dr. Ing. F. Todt: Fehlerquellen beim Bau von Landstrassendecken aus Teer und Asphalt, Halle 1932, str. 13 i 15.

czem dotyczyć mogą składników użytych do budowy, składu nawierzchni, wreszcie samego wykonania.

Wady materjału użytego do budowy.

a) *Kruszywo.* Nawierzchnie bitumiczne typu makadamowego wymagają dobrego materjału kamiennego, zarówno pod względem wytrzymałościowym, jak również pod względem kształtu ziarna. Wymagane jest użycie t. zw. grysów granulowanych o dużej czystości, ziarnach graniastych właściwej wielkości.

Używanie grysów blaszkowych powoduje niemożność dobrego zaklinowania się szkieletu mineralnego, zanieczyszczenia zaś pyłowe zwłaszcza o charakterze gliniastym uniemożliwiają dobre otoczenie ziaren bitumem i wzajemne ich spojenie, co w następstwie powoduje przenikanie wody i zjawiska emulgacji, które omówimy dalej szczegółowo.

Wielkość i jednorodność ziarna odgrywa w tego typu nawierzchniach ważną rolę; t. np. do powierzchniowego ulepszania dróg wymagany jest grysik równomiernej grubości, przyczem w wypadku użycia smoły lepszy jest grysik grubszy, w wypadku użycia asfaltu drobniejszy [1]).

W nawierzchniach typu betonowego, najważniejsze znaczenie ma czystość kruszywa, właściwy stosunek ziaren poszczególnych wymiarów, oraz graniasty kształt ziaren.

b) *Bitumy.* Zniszczenie nawierzchni spowodowane być może nieodpowiedniemi własnościami użytego do nawierzchni bitumu, albo też zmianami, jakim uległ wskutek niewłaściwego obchodzenia się z nim.

Używane jako lepiszcze bitumiczne smoła i asfalt, zależnie od przeznaczenia, posiadać muszą pewne właściwości. Smoła do celów powierzchniowych, gdzie spełnia rolę „smaru", winna być rzadsza, użyta w warunkach, gdzie ma zadanie wiążące, musi być gęsta o wysokiej wiskozie. Asfalty zależnie od przeznaczenia, winny wykazywać właściwy punkt mięknienia, penetrację i ciągliwość.

Przy zastosowaniu asfaltów muszą być również uwzględnione warunki klimatyczne, zwłaszcza w wypadku powierzchniowego utrwalania.

---

[1]) Dr. Ing. F. Todt: Fehlerquellen . . . . Halle 1932, str. 43.

W roku 1931 zastosowano na Śląsku w większym zakresie asfalty krajowe oraz asfalty zagraniczne do powierzchniowego utrwalania dróg. Podczas zimy zaobserwowano na odcinkach utrwalonych asfaltem krajowym kruszenie się pokrowca na miał i pył, który przez wiatr i koła pojazdów zmiatany był na pobocza.

Powierzchowne już obserwacje wskazywały na to, że asfalt w temperaturach niskich zatracał własności wiążące, stawał się kruchy i pryskliwy. Badania stanu dróg przeprowadzone z wiosną 1932 roku wykazały znaczny stopień zużycia pokrowca i potwierdzały poczynione obserwacje.

Celem wyjaśnienia przyczyn psucia się pokrowca, z inicjatywy Urzędu Wojewódzkiego Śląskiego badania przeniesione zostały na teren Drogowego Instytutu Badawczego i przeprowadzone były przez autora [1]).

Analizy użytych asfaltów przed ich zastosowaniem wykazywały własności przewidziane normami dla użytku powierzchniowego.

Przeciętne właściwości asfaltu krajowego były następujące:

1.	Ciężar właściwy w 15°	1.008
2.	Punkt mięknienia wg Kr. Sarnowa	27°
3.	„ „ „ K i P.	37°
4.	Penetracja w 25°	200°
5.	Ciągliwość w 25°	pow. 116 cm
6.	Odparowalność w 163/5 godz.	0,05%
7.	Rozpuszczalność w CS_2	99,90%
8.	Zawartość parafiny	2 — 4%.

Przeciętne własności użytych równocześnie asfaltów zagranicznych były następujące:

		Spramex	Nobel	Ebano
1.	Ciężar właściwy w 15°	1.018	1.03	1.010
2.	Punkt mięknienia wg. Kr. Sarnowa	27°	27°	28°
3.	„ „ „ K. i P. . .	36°	37°	38°
4.	Penetracja w 25°	190°	190°	200°
5.	Ciągliwość w 25° . .	pow. 116 cm	pow. 116 cm	pow. 116 cm

[1]) Inż. W. Skalmowski: „Z prac nad asfaltem produkcji krajowej". Biuletyn Drogowego Instytutu Badawczego Nr. 4 str. 59. Warszawa 1933.

6.	Odparowalność w 163°/5 godz. .	0,01%	0,3%	0,3%
7.	Rozpuszalność CS_2	99,7%	99,89%	99,85%
8.	Zawartość parafiny	1,5%	0,8—0,9%	0,6—0,8%

Na podstawie porównania normalnie oznaczanych własności nie można byłoby ustalić przyczyn odmiennego zachowania się na drodze, użytego asfaltu krajowego. Jedynie tylko zawartością parafiny asfalt krajowy przewyższał znacznie asfalt zagraniczny.

Nie w zawartości parafiny doszukiwano się jednakże słabych punktów asfaltu krajowego, ponieważ fizyczne własności, tego asfaltu nie były gorsze od tychże własności asfaltów zagranicznych.

Biorąc pod uwagę obserwacje praktyczne z okresu zimy, wskazujące na kruchość i pryskliwość asfaltu, przeprowadzono dokładne badania penetracji i ciągliwości począwszy od temperatury 25° co 5° w dół, celem ustalenia krzywej penetracji i ciągliwości asfaltów powierzchniowych krajowych i asfaltów zagranicznych, oraz oznaczenie punktu łamliwości wg Frass'a.

Do badań użyto:

1. Asfaltu powierzchniowego krajowego, zawierającego parafiny 0,5—1%.

2. Asfaltu powierzchniowego krajowego, zawierającego parafiny 2—4%

Użyto 4 próbki tych asfaltów o różnych penetracjach, celem ustalenia wpływu penetracji na przebieg krzywych penetracji i ciągliwości. Próbki te były pobrane z transportów, użytych na drodze na Śląsku i nadsyłanych do Instytutu do normalnych badań przed ich zastosowaniem.

3. Asfaltu powierzchniowego krajowego, zawierającego parafiny 5—6,5%.

4. Asfaltu zagranicznego powierzchniowego firmy „Ebano 9".

5. Asfaltu zagranicznego powierzchniownego firmy „Shell" (Spramex).

6. Asfaltu zagranicznego powierzchniowego firmy „Nobel".

Przeprowadzone badania dały wyniki następujące:

Penetracja.

A. Asfalty krajowe.

Nr. próbki	Zawartość parafiny	25°	20°	15°	10°	5°	0°	—5°	—10°	—15°	+25°
Próbka 1.	0.5 — 1%	227	124	71	37	20	14	6	3.3	1	203
		225	124	71	38	20	13	5	4	1	205
		226	122	71	37	20	13.5	5	4	1.5	203
	średnio°	226	124	71	37	20	13	5	3.5	1.5	204
Próbka 2.	2 — 4%	180	92	43	20	10	4	1	0.5	0.5	178
		180	92	44	19	9	4	1	1	1	178
		178	90	42	18	10	4	2	1	1	170
	średnio°	180	92	43	19	10	4	1	1	0.5	176
Próbka 2a.	2 — 4%	231	121	56	21	10	5	2	0.5	0	190
		230	120	58	22	11	5	2	1	1	195
		223	121	57	21	11	5,5	2	0.5	0	192
	średnio°	229	121	57	21	10	5,5	2	0,5	0	193
Próbka 2b.	2 — 4%	181	91	42	17	9	4	1	1	0	145
		180	91	42	17	8	5	2	1.5	0	144
		181	90	43	16	9	4	2	1	0	144
	średnio°	181	91	42	17	9	4	2	1	0	144
Próbka 2c.	2 — 4%	215	115	50	20	11	4	1	1	0	180
		216	114	50	21	11	5	2	1	0	183
		214	117	49	19	10	5	2	1	0	183
	średnio°	215	115	50	20	11	5	2	1	0	182
Próbka 3.	5 — 6,5%	155	68	40	18	8	4	2	1	0	105
		162	68	40	19	9	3	2	0.5	0.5	106
		165	69	40	19	9	2	2	1	0	105
	średnio°	160	68	40	19	9	3	2	1	0	105

B. Asfalty zagraniczne.

Nr. próbki	Zawartość parafiny	25°	20°	15°	10°	5°	0°	—5°	—10°	—15°	+25°
Próbka 4.	0.5 — 0.8%	180	116	67	41	22	14	9	5	4	182
Ebano 9		180	108	68	38	22	14	8	5	3	168
		183	108	68	39	22	14	8	5	4	169
	średnio°	180	108	68	40	22	14	9	5	4	170
Próbka 5.	1.5%	170	109	63	38	23	13	7	5	4	172
Sprameks		178	108	65	37	22	13	8	5	4	166
		178	109	65	36	22	13	8	4	3	165
	średnio°	178	108	65	37	22	13	8	5	4	168
Próbka 6.	0.8 — 0.9%	188	118	80	45	28	18	11	7	4	172
Nobel		189	121	79	47	26	19	11	6	3	173
		178	118	78	45	28	19	11	7	3	170
	średnio°	188	119	79	46	27	19	11	7	3	170

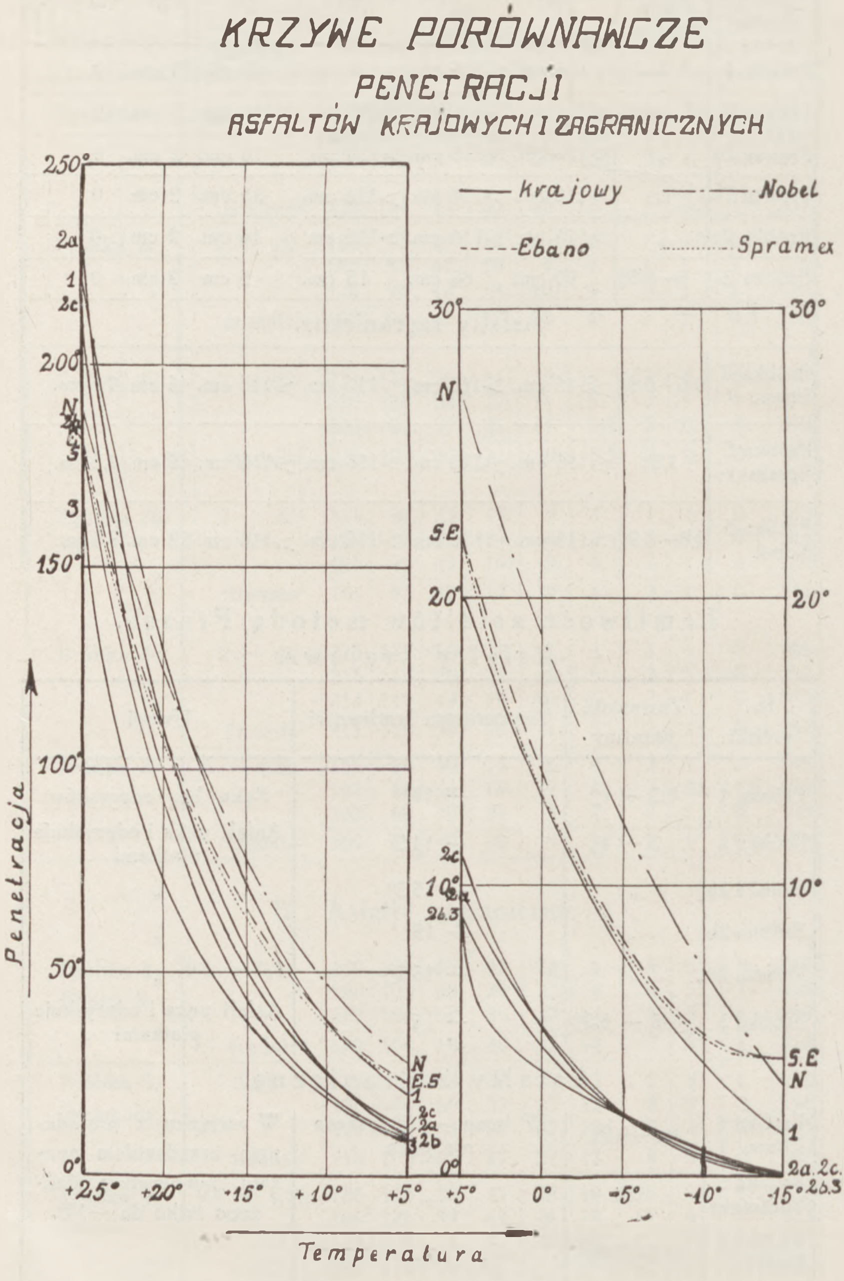
Ciągliwość.
Asfalty krajowe.

Nr. próbki	Zawartość parafiny	25^0	15^0	10^0	5^0	0^0	-5^0	-10^0
Próbka 1	0,5—1%	>116 cm.	>116 cm	>116 cm.	92 cm	29 cm.	0	
Próbka 2	2 — 4%	>116 cm	>116 cm.	>116 cm.	16 cm.	2 cm.	0	
Próbka 2a	„	>116 cm.	>116 cm.	>116 cm.	16 cm.	2 cm.	0	
Próbka 2b	„	>116 cm.	>116 cm	>116 cm.	16 cm.	2 cm.	0	
Próbka 2c	„	>116 cm	>116 cm.	>116 cm	16 cm.	2 cm.	0	
Próbka 3	5—6,5%	90 cm.	66 cm.	15 cm.	5 cm	2 cm.	0	
Asfalty zagraniczne.								
Próbka 3 Ebano 9	0,6—0,8%	>116 cm.	>116 cm.	>116 cm.	>116 cm.	46 cm.	7,5 cm.	
Próbka 5 Sprameks	1,5%	>116 cm.	>116 cm.	>116 cm.	>116 cm.	48 cm.	7,5 cm.	
Próbka 6 Nobel	0,8—0,9%	>116 cm.	>116 cm.	>116 cm.	>116 cm.	58 cm.	8,5 cm.	

Łamliwość asfaltów metodą Frass'a.
Asfalty krajowe.

Nr. próbki	Zawartość parafiny	Temperatura łamliwości	Uwagi
Próbka 1	0.5 — 1%	-17^0	Pęka bez odprysków
Próbka 2	2 — 4%	-14.5^0	Asfalt pęka i odpryskuje płatkami
Próbka 2a	„	-15.5^0	„
Próbka 2b	„	-15^0	„
Próbka 2c	„	-15.5^0	„
Próbka 3	5 — 6,5%	-14^0	Asfalt pęka i odpryskuje płatkami
Asfalty zagraniczne.			
Próbka 4 Ebano 9	0,6—0,8%	W temp. -19^0 jeszcze nie pęka	W związku z posiadanem urządzeniem aparatu, temperaturę obniżono tylko do -19^0.
Próbka 5 Sprameks	1,6%	„	
Próbka 6 Nobel	0,8—0,9%	„	

Krzywe penetracji badanych asfaltów ilustruje następujący wykres:



Z przeprowadzonych badań wyciągnięto następujące wnioski:

1) Zbadane asfalty krajowe do użytku powierzchniowego zachowują się inaczej w temperaturach niskich, niż asfalty zagraniczne, przeznaczone do analogicznego użytku niezależnie od zawartości parafiny.

2) Odmienne ich zachowanie się ujawnia się we wcześniejszej utracie plastyczności, niż to zachodzi w asfaltach zagranicznych. Skutkiem tego zarówno ciągliwość, jak również i penetracja osiąga swój kres w temperaturze występującej bardzo często w porze zimowej w naszym klimacie, przyczem asfalty stają się kruche i pryskliwe.

3) Zachowanie się asfaltów krajowych do użytku powierzchniowego w temperaturach niskich, wskazuje na to, że przy ich produkcji własności w tych temperaturach nie zostały należycie uwzględnione.

4) Ze względu na temperatury występujące w naszych warunkach w okresie zimowym, wydaje się koniecznem poprawienie własności asfaltów krajowych do celów powierzchniowych w niskich temperaturach zgodnie z wynikami badań.

Uzyskane wyniki zakomunikowane zostały rafinerjom krajowym z propozycją poczynienia potrzebnych poprawek w produkcji, aby uzyskać wskazane przez badania własności asfaltów powierzchniowych w niskich temperaturach.

W stosunkowo krótkim czasie rafinerje zgłosiły pożądane rozwiązanie dla pierwszych dwuch grup asfaltów, przyczem własności zostały uzgodnione zarówno na miejscu w laboratorjach rafinerji jak również następnie sprawdzone przy badaniach kontrolnych transportów dostarczanych na drogę.

Własności te przedstawiają się w sposób następujący:

		Próbka 1. Paraf. 0,5-1%	Próbka 2. Paraf. 2-4%.
1.	Punkt mięknienia wg. K. S.	28^0	27^0
2.	Penetracja w 25^0	195^0	215^0
	" " 20^0	112^0	123^0
	" " 15^0	58^0	74^0
	" " 10^0	10^0	35^0
	" " 5^0	20^0	24^0
	" " 0^0	11^0	15^0
	" " -5^0	7^0	9^0

„ „ -10°	5°	7°
„ „ -15°	3°	4°
3. Ciągliwość w 25°	>100 cm	>100 cm
„ „ 20°	>100 cm	>100 cm
„ „ 15°	>100 cm	>100 cm
„ „ 10°	>100 cm	>100 cm
„ „ 5°	90 cm	52 cm
„ „ 9°	17 cm	9 cm
„ „ - 5°	5 cm	4,5 cm
4. Punkt łamliwości wg. Frass'a	—21°	—22°
5. Odparowalność w 163°/5 godz.	0,6%	0,71%.

Asfalty o tak poprawionych własnościach były użyte do celów powierzchniowych w okresie letnim 32 r.

Badania odcinków przeprowadzone w okresie zimowym i na wiosnę 33 r. wykazały zadawalający ich stan, oraz nie ujawniły podczas zimy podatności asfaltów do kruszenia się i odpryskiwania.

Powracając do właściwego tematu, stwierdzić trzeba, że prócz właściwego bitumu przy budowie nawierzchni bitumicznej, konieczne jest nadzwyczaj staranne obchodzenie się z nim podczas ogrzewania, by nie spowodować przepalenia i utraty własności wiążących.

Bitum ulega przepaleniu, gdy ogrzewanie zachodzi w temperaturach zbyt wysokich (powyżej 150° dla smoły i powyżej 180° dla asfaltu) i przez czas dłuższy.

Skutki przepalenia są widoczne w zwiększeniu twardości bitumu, utracie zdolności wiążących i kruchości.

Nawierzchnia posiadająca taki bitum podlega łatwo ścieraniu, wykrusza się, a pod wpływem zmian temperatury daje rysy i pęknięcia.

Przepalenie bitumu ma szczególnie zgubne skutki dla nawierzchni ciężkich typu betonowego.

Wady wykonania.

Jedną z często spotykanych przyczyn powodujących niszczenie nawierzchni jest zanieczyszczenie fundamentu, albo nieczyste wykonanie.

Zwłaszcza ma to miejsce przy powierzchniowem utrwalaniu nawierzchni, gdzie rozlewana smoła czy asfalt powinien

dobrze wniknąć pomiędzy poszczególne ziarna tłucznia i oblepić ich powierzchnie, inaczej wytworzony pokrowiec niema się czego trzymać. Przy wadliwem oczyszczeniu fundamentu ziarna tłucznia nie zostaną należycie odsłonięte, pokrywać je będzie izolacyjna warstwa kurzu i błota, do której przylepi się narazie rozlany bitum i przylgnie rozsypany grysik. Pod wpływem ruchu zajdzie jednakże oddzielanie pokrowca, przenikanie wody i niszczenie nawierzchni.

Zanieczyszczenia przy budowie nawierzchni ciężkich typów powodują złe połączenie poszczególnych warstw ze sobą, wykruszanie pod wpływem ruchu, odstawanie, przesiąkanie wody i t. p. niszczące objawy.

Destrukcyjnie również działa na budowę nawierzchni deszcz i niska temperatura podczas wykonania, uniemożliwiając skomprymowanie i dobre zawałowanie.

W wypadku nawierzchni kładzionych na gorąco, raptowne ochłodzenie rozlewanego bitumu (przy powierzchniowem lub wgłębnem utrwalaniu) lub masy bitumicznej (przy budowie ciężkich nawierzchni bitumicznych) powoduje tworzenie się kluskowatych skupień, niemożność zawałowania, a w następstwie odchodzenie ułożonej warstwy od fundamentu, miejscowe uszkodzenia i rozpad pod wpływem ruchu.

Szczególniej niebezpieczne są skutki niskich temperatur i opadów atmosferycznych przy budowie nawierzchni makadamowych układanych na zimno. Późne ułożenie, nawet bez deszczu, utrudnia skomprymowanie nawierzchni oraz umożliwia przedostawanie się wody.

Niejednokrotnie wady wykonania objawiają się w niewłaściwem dozowaniu bitumu.

Nadmiar bitumu powoduje w nawierzchniach lekkich typów (powierzchniowo utrwalonych) pocenie się nawierzchni w okresie upałów i wyrywanie bitumu przez przejeżdżające koła pojazdów. Często dochodzi do tego, że nawierzchnia staje się ruchomą — „płynie". Ruch tworzy koleiny i powoduje niszczenie.

Prócz tego z nadmiaru bitumu powstaje na wierzchu pewnego rodzaju kożuch ulegający łatwo przesunięciom, dzięki którym tworzą się progi i fale. Kożuch ten ulega łatwo spękaniom, a w szczeliny przedostają się zanieczyszczenia. Po-

wierzchnia drogi staje się szorstką, nierówną i chropowatą (skóra krokodylowa).

W nawierzchniach ciężkich typów nadmiar bitumu sprzyja tworzeniu się kolein i fal pod wpływem ruchu w okresie upałów.

Praktyka drogowa w Polsce wykazała jednakże, że stosowanie miękiego bitumu i pewnym nadmiarze jest pożądane [1]) ze względu na specyficzny charakter ruchu i warunki atmosferyczne.

Nawierzchnie bitumiczne doskonale znoszące ruch automobilowy znalazły się w Polsce pod ruchem mieszanym o bardzo różnem i zmiennem natężeniu, zależnie od miejscowości.

Ruch konny oddziaływa zgubnie na nawierzchnie bitumiczne głównie z dwuch przyczyn:

a) ostro kute konie powodują przy uderzeniu hacelem tworzenie się wgłębień i dziur w nawierzchni, które zachodzą błotem i wodą oraz nadają nawierzchni wygląd „ospowaty".

b) wąskie obręcze kół wozów ładownych wywierają duże ciśnienia, przez co tworzą się wgłębienia, koleiny oraz nierówności w nawierzchni.

Nawierzchnie bitumiczne ciężkich typów budowane według klasycznych metod zagranicznych bitumem twardszym o zawartości wymaganej przez „minimum próżni" wykazywały w tych warunkach poważne uszkodzenia na skutek swej kruchości i braku plastyczności, w okresie zaś zimowym ujawniały tendencję do rys i pęknięć.

Zastosowanie miększego bitumu i w umiarkowanym nadmiarze poprawiło częściowo wymienione braki. Na skutek uplastycznienia nawierzchni wpływ haceli i obręczy żelaznych dawał się więcej we znaki, powstałe jednakże koleiny i nierówności ulegały łatwo zajeżdżeniu i wyrównaniu w okresie chłodów jesiennych, w zimie natomiast unikano niebezpieczeństwa pękania nawierzchni.

Skutki niedostatecznej ilości bitumu w nawierzchni bitumicznej ujawniają się zawsze w braku plastyczności i podatności do kruszenia się z powodu słabego połączenia poszczególnych ziaren kruszywa oraz przepuszczalności dla wody.

Tak się przedstawiają w ogólnych zarysach przyczyny powodujące niszczenie nawierzchni bitumicznych.

Wszystkie one posiadają charakter fizyczny lub mechaniczny.

---

[1]) Obserwacje i badania autora.

Część II.

Zjawisko emulgacji, jako jedna z przyczyn powodujących niszczenie nawierzchni bitumicznych.

Obecnie przejdziemy do omówienia czynników o charakterze fizyko-chemicznym wpływających niszcząco na nawierzchnie bitumiczne. Czynniki te niejednokrotnie występowały przy budowie nawierzchni bitumicznych w Polsce i były powodem poważnych strat materjalnych.

Niszczenie nawierzchni zachodzi tu na skutek szkodliwych własności materjału kamiennego użytego do budowy, samo zaś zjawisko polega na emulgacji bitumu z nawierzchni przez pył kamienny w obecności wody.

a) Destrukcyjne działanie gliny i domieszek gliniastych.

Już w początkach stosowania bitumu do budowy nawierzchni ulepszonych praktyka drogowa ustaliła, że domieszki gliniaste w materjale kamiennym wpływają bardzo ujemnie na trwałość wykonanych nawierzchni.

Konstatowano zawsze, że bitumy pod wpływem gliny tracą swoje własności wiążące. Nawierzchnia bitumiczna z materjału kamiennego o charakterze gliniastym lub z domieszkami gliniastemi, pod wpływem ruchu ulega zniszczeniu, w wypadku zaś obecności wody powstaje błoto, w którym użyty bitum gdzieś znika.

Nawierzchnie bitumiczne wykonane nawet w sposób właściwy i z dobrego materjalu, na skutek przedostawania się zanieczyszczeń gliniastych z poboczy lub z dróg bocznych, ulegały niejednokrotnie stopniowemu niszczeniu od góry w miejscach nagromadzenia się większych ilości gliny.

Stosowanie do nawierzchni bitumicznych typu betonowego,

jako wypełniacza pyłu o charakterze gliniastym prowadziło nieuchronnie do niszczenia nawierzchni.

Objawy psucia były zawsze podobne. W wypadku stosowania do nawierzchni (np. powierzchniowe utrwalanie lub wgłębne) tłucznia i grysu zwietrzałego posiadającego domieszki gliniaste zachodziło pod wpływem ruchu i ścierania się poszczególnych ziaren osłabienie szkieletu mineralnego oraz nagromadzenia dużych ilości pyłu o charakterze gliniastym. Pył ten, mieszając się z przedostającą się wodą na błoto, atakował w sposób swoisty znajdujący się bitum, powodując jego rozpuszczanie się i zatratę własności wiążących.

Zamiast bitumu powstawała po pewnym czasie brunatna masa pyłowa krucha bez własności wiążących, zalepiająca szczeliny między poszczególnemi kawałkami tłucznia i grysu, zamieniająca się w pył podczas suszy, a w lepkie błoto pod wpływem deszczu.

W nawierzchniach ciężkich, zwłaszcza typu betonowego, użycie materjału zwietrzałego o charakterze gliniastym, jako szkieletu kamiennego, powodowało przedewszystkiem mechaniczne zniszczenie nawierzchni i rozdrobnienie kruszywa, poczem następowało dalsze wymieszanie wytworzonego pyłu z wodą i bitumem na brunatne błoto.

Przy badaniach przeprowadzonych przez siebie autor stwierdził, że jedna z nawierzchni wykonana z materjału nadwietrzałego i posiadającego domieszki gliniaste, po 6 tygodniach istnienia uległa całkowitemu zniszczeniu pod wpływem ciężkiego ruchu, przyczem zniszczenie było tak gruntowne, że w utworzonem błocie z trudnością znaleźć można było poszczególne ziarna użytych grysów, obecność zaś bitumu udawało się stwierdzić jedynie sposobami chemicznemi (przy pomocy CS_2).

W innym wypadku badania autora wykazały, że do budowy nawierzchni bitumicznej prócz materjału kamiennego nadwietrzałego zawierającego domieszki gliniaste użyty został w charakterze wypełniacza pył z tego materjału. Na nawierzchni wystąpiły w dużych ilościach plamy koloru bronzowego. Plamy te przy dłubaniu ostrzem scyzoryka wykruszały się w postaci pyłu żółtego, pod wpływem zaś opadów atmosferycznych namakały i przepuszczały wodę do dolnych warstw nawierzchni, ulegając stopniowo wypłukaniu.

Zależnie od rozmiarów i charakteru występującego zjawiska, nawierzchnia nim zarażona ulega po pewnym czasie nieuchronnemu zniszczeniu, albo wymaga stałej obserwacji i opieki oraz natychmiastowej naprawy w razie pojawienia się uszkodzeń. Niejednokrotnie jedynym sposobem zabezpieczenia takiej nawierzchni od zniszczenia jest ponowne pokrycie jej warstwą bitumiczną przy użyciu materjału kamiennego, który własności emulgujących nie ujawnia.

To też oddawna, na podstawie poczynionych obserwacji praktycznych o szkodliwości gliny i domieszek gliniastych dla nawierzchni bitumicznych, zostały wprowadzone do praktyki drogowej bardzo ostre przepisy co do potrzeby stosowania czystego i niezwietrzałego materjału kamiennego do budowy nawierzchni bitumicznych, oraz jako wypełniacza mączki z twardych krystalicznych wapieni

b) *Emulsje bitumiczne.*[1])

Od dawna znana jest w budownictwie drogowem emulsja „Kiton" wyrabiana ze smoły przez wymieszanie z zawiesiną gliny w wodzie. Znalazła zastosowanie do utrwalania nawierzchni drogowych, czyniąc je dla wody nieprzepuszczalnemi. Zdawało się napozór niejasne to podwójne niejako zachowanie się gliny, raz dodatnie dla nawierzchni, to znowu wybitnie ujemne. Bliższe jednakże wniknięcie w istotę zagadnienia wyjaśnia je całkowicie.

Smoły i asfalty należą do ciał kolloidalnych, nie rozpuszczają się też i nie mieszają w normalnych warunkach z wodą.

Przeprowadzenie asfaltu w stan płynny w normalnej temperaturze uzyskać można przez zastosowanie rozpuszczalników lub też przez zemulgowanie asfaltu.

Emulsją bitumiczną nazywamy sztuczne rozproszenie cząstek asfaltu lub smoły w środowisku wodnem przez zastoso-

---

[1]) A. V. Skopnik: Kolloid-chemie der Asphalte u Teere.

O. Lange: Technik der Emulsionen, Berlin 1929.

Dr. Aladin: Technisch verwendbare Emulsionen. Berlin 1928.

Dr. Wilhelmi. Die Kolloid-chemischen Vorgänge bei Berechnung bituminöser Emulsionen Asphalt u Teer Nr. 1—1932.

Inż. J. Bojanowski: Emulsje smołowe i ich rola w praktyce: „Wiadomości Drogowe" Nr. 77/33. Warszawa 1932.

wanie mechanicznych sposobów mieszania lub przecierania przy równoczesnem wprowadzeniu t. zw. emulgatora, utrzymującego cząstki bitumu przez czas dłuższy w stanie zawieszenia.

Działanie emulgatora polega na zmniejszeniu napięć powierzchni granicznych między wodą a bitumem.

Cząsteczki bitumu adsorbują na swej powierzchni cząsteczki emulgatora, otaczając się płaszczem o ładunku elektrycznym ujemnym w stosunku do wody. Na skutek przyciągania cząstek wody powstaje na zewnątrz płaszcz wodny, mający znaczenie ochronne, gdyż cząstki o jednakowym ładunku elektrycznym wzajemnie się odpychają. Izolowane w ten sposób cząstki bitumu nie łączą się ze sobą, dzięki czemu emulsja czas dłuższy pozostaje zdatną do użytku.

Trwałość emulsji zależy w pierwszym rzędzie od grubości i charakteru płaszcza izolacyjnego, oraz od mechanicznego rozdrobnienia cząstek bitumu.

Ze względu na swój charakter i zachowanie się w stosunku do wody emulgatory dzielą się na dwie zasadnicze grupy:

Grupę pierwszą stanowią emulgatory rozpuszczalne molekularnie lub kolloidalnie w środowisku wodnem. Należą tu takie emulgatory, jak alkalja, mydła, białko, albumina, żelatyna, wysoko molekularne sole organiczne i t. p.

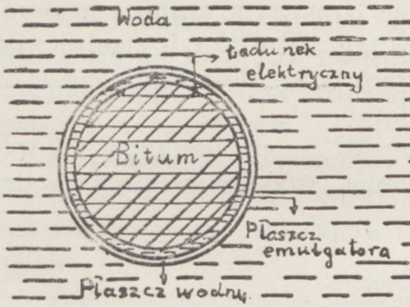
Grupę drugą stanowią emulgatory nierozpuszczalne w wodzie. Stwierdzono, że szereg ciał stałych jak glina, ziemia okrzemkowa, wapno, węgiel, sadza, gips, posiada zdolność wytwarzania emulsji z niektóremi substancjami oleistemi (emulsje Pickeringa).

Cząstki bitumu tak w jednym jak i w drugim wypadku adsorbują cząstki emulgatora, otaczając się nim w postaci płaszcza o ładunku ujemnym w stosunku do wody, co powoduje z kolei przyciąganie cząstek wody i utworzenie drugiego płaszcza wodnego.

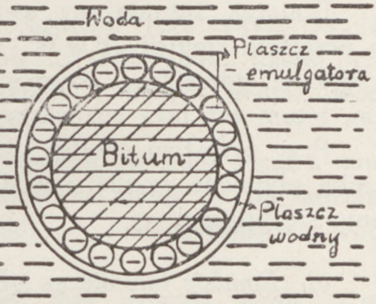
Budowę cząstek emulsji przy użyciu emulgatorów grupy pierwszej i drugiej uwidacznia rys. 1 i 2.

Do wytworzenia emulsji z emulgatorem rozpuszczalnym w wodzie potrzeba go stosunkowo niewiele (0.5—1.0% wagowo w stosunku do ilości uzyskanej emulsji), w wypadku emulgatora nierozpuszczalnego jego ilość wzrasta bardzo znacznie (5—10% a nawet 12% wagowo w stosunku do ilości uzyskanej

emulsji). Dowodzi to, że w wypadku użycia emulgatora nierozpuszczalnego w wodzie, tworzy się na cząsteczkach bitumu płaszcz z emulgatora o znacznej grubości, co powoduje inne zachowanie się tych emulsji.



Rys. 1.
Emulgator grupy pierwszej.



Rys. 2.
Emulgator grupy drugiej.

Rola emulsji bitumicznej przeznaczonej do celów drogowych kończy się z chwilą rozlania jej na drodze.

Zetknięcie się cząstek emulsji z powierzchnią drogi powoduje zniszczenie płaszczów ochronnych. Emulgator zostaje częściowo wchłonięty przez powierzchnię kamienia, częściowo zaś spływa wraz z wodą. Bitum wydziela się w postaci nie-nieprzerwanej powłoki przylegającej do powierzchni kamienia z tem większą siłą, im lepsze jest oddzielenie emulgatora i wody.

Taki jest zwykle przebieg rozpadu emulsji z emulgatorem rozpuszczalnym w wodzie.

Jeżeli emulgatorem jest np. glina, wówczas zetknięcie się emulsji z materjałem kamiennym powoduje również zniszczenie przedewszystkiem płaszcza wodnego. Oddzielenie płaszcza z emulgatora, który w tym wypadku składać się będzie z koloidalnych cząstek gliny, zachodzić będzie bardzo trudno, gdyż adsorbcja cząstek emulgatora do bitumu będzie większa niż do powierzchni kamienia. Wydzielenie bitumu w postaci nieprzerwanej spoistej powłoki nastąpić może wtedy tylko, gdy woda całkowicie odparuje. Ma to ten skutek, że emulsje tego typu są więcej narażone na t. zw. reemulgację i ponowne wymycie pod wpływem wody.

Emulsje bitumiczne dla celów drogowych składają się zatem z bitumu, jako t. zw. fazy rozproszonej, wody, jako fazy

rozpraszającej i emulgatora. *Należą one przeważnie do typu emulsji „B w W". t. j. emulsji bitumu w wodzie.*

Przy produkcji emulsji chodzi o wprowadzenie jaknajwiększej ilości bitumu, którego ilość waha się w granicach od 50 do 60% wagowo.

Dodatek bitumu ma swoje granice, a nadmiar prowadzi do przejścia emulsji „B w W" w typ „W w B" t. j. emulsji wody w bitumie, gdzie fazą rozproszoną staje się woda z emulgatorem, bitum zaś fazą rozpraszającą.

Przy przejściu emulsji „B w W“ w emulsję typu „W w B" zanika płynność emulsji i następuje wreszcie całkowite wytrącenie się bitumu.

c) Emulsje bitumiczno gliniaste.

Przytoczywszy tych kilka ogólnych uwag, dotyczących emulsji bitumicznych, zatrzymamy się na emulsji z emulgatorem gliniastym, znanej oddawna pod nazwą „Kiton".

Wynalazcą tej emulsji był Raschig w roku 1907[1]). Składała się ona pierwotnie z 60% smoły, 30% wody i 10 do 12% emulgatora w postaci glinki. Następnie zaczęto stosować do jej wyrobu smołę stabilizowaną a ostatnio i asfalt. Wyglądem swoim przypomina czarną pastę dającą się łatwo rozcieńczać wodą.

Z racji przeprowadzonych przez autora prac i badań nad tą emulsją w Drogowym Instytucie Badawczym zostały poznane dokładnie poszczególne fazy jej powstawania.

Po wymieszaniu specjalnego gatunku glinki z wodą w stosunku 1:3 powstawała pasta koloru białego, do której dodawano smoły, stale mieszając i łagodnie podgrzewając.

Dodawana smoła rozchodziła się stopniowo, zabarwiając pastę najpierw szaro, następnie brunatno, wreszcie czarno. Próbki tworzącej się emulsji B w W (bitumu w wodzie) ulegały bardzo łatwo rozcieńczeniu pod wpływem wody.

Gdy ilość dodanej smoły przekroczyła 50%, wygląd pasty ulegał zmianie, przybierając charakter gruzełkowaty i tłusty; próbka jednakże w dalszym ciągu łatwo rozcieńczała się wodą.

Przy dalszem dodawaniu smoły następowało przekrocze-

[1]) DRP. Nr. 216212 i 244307.

dnie opuszczalnego maksimum dla bitumu i emulsja „B w W" przechodziła raptownie w „W w B". Cała masa przyjmowała wygląd gęstej i ciągliwej smoły, pod wpływem wody nie ulegała rozcieńczeniu, przy ugniataniu zaś wydzielała krople wody wraz z użytym emulgatorem.

Przy nadmiarze bitumu w emulsji, jego cząsteczki tak zbliżają się do siebie, że następuje ich połączenie, dzięki czemu bitum staje się fazą rozpraszającą i otacza krople wody płaszczem z emulgatora.

Przez dokładne wyciśnięcie udawało się wodę wraz z emulgatorem oddzielić, przyczem uzyskiwano smołę o jej normalnych własnościach, posiadającą jedynie zanieczyszczenia wody i glinki.

Podobnie zachodziła reakcja, gdy zamiast smoły użyto asfaltu. Wygląd samej pasty był nieco inny, kolor czekoladowo bronzowy, przejście zaś emulsji „B w W" w „W w B" charakteryzowało się wydzieleniem się bitumu w postaci placka oddzielającego się łatwo od wody i glinki.

Wspomniano już poprzednio, że jako emulgatora użyto glinki specjalnie dobranej, przekonano się bowiem, że różne gatunki glinki mają różne zdolności emulgujące. W związku z tem wprowadzono [1]) pojęcie t. zw. współczynnika emulgacji dla poszczególnych gatunków glin, albo innych materjałów kamiennych zdolnych do emulgacji bitumu.

Współczynnikiem emulgacji nazwano maksymalną ilość bitumu wyrażoną w gramach, którą może jeszcze utrzymać w stanie emulsji BwW jeden gram badanej gliny lub badanego materjału kamiennego spełniającego rolę emulgatora. Przekroczenie tej maksymalnej ilości powoduje powstawanie emulsji W w B.

Naprzykład jeżeli w poprzedniem badaniu na 20 gr glinki rozmieszanej z wodą dodano 110 gr smoły aż do momentu uzyskania emulsji „W w B" i ponownego wydzielenia się bitumu, to współczynnik emulgacji wyniesie 5.5

zatem $e = \frac{A}{B}$
e — współczynnik emulgacji
A — ilość gramów dodanego bitumu
B — ilość gramów pyłu gliniastego lub pyłu z materjału kamiennego o własnościach emulgujących.

[1]) Badania autora.

Dla ustalenia współczynika emulgacji zastosowano następującą metodę badań:

Do moździerzyka porcelanowego o szorstkich ścianach wsypywano odważoną ilość glinki (20 g), dodawano 10 g wody i podgrzewano do temperatury 60⁰ utrzymując ją stale w trakcie badań. Po dobrem wymieszaniu tłuczkiem uzyskiwano gęstą „breję", koloru białego lub żółtawego, do której dodawano kroplami bitum (smołę lub asfalt) stale dokładnie mieszając i rozcierając.

Próbki tworzącej się emulsji badano co pewien czas na zdolność rozcieńczania się wodą. Dodawanie bitumu przerywano w momencie, gdy następowało wyraźne wydzielenie się bitumu w postaci masy nie ulegającej działaniu wody. Moment ten występował dość wyraźnie i dawał się łatwo uchwycić i odtworzyć z nową próbką bitumu, wody i emulgatora. Moment ten odpowiadał przejściu emulsji „B w W" w emulsję „W w B".

Po zbadaniu szeregu glin znaleziono następujące charakterystyczne dla nich współczynniki emulgacji: (e)

1.	Kaolin Korzec Wołyń . . .	1.785
2.	Glinka „a" Niekłań	2.280
3.	Glinka „c" „	2.195
4.	Glinka specjalna stosowana do wyrobu „Kitonu" Czechy Wildstein/b. Eger. .	5.500

Przy produkcji emulsji bitumicznych chodzi o wprowadzenie jaknajwiększej ilości bitumu, ze względu na potrzebę ograniczenia do minimum ilości przewożonej następnie wody, oraz zwiększenia zdolności wiążących emulsji, które są proporcjonalne do zawartości bitumu. Dlatego też wprowadzona ilość bitumu znajduje się przeważnie na granicy wytrącania, czyli przechodzenia emulsji „B w W" w „W w B".

Jeżeli do pewnej ilości bitumu dodawać zaczniemy pastę gliny z wodą i rozcierać,[1]) to zjawisko emulgacji zachodzić będzie w porządku odwrotnym. Najpierw utworzy się emulsja „W w B" przyczem bitum wykazywać będzie swoje specyficzne własności i wytworzona emulsja nie będzie ulegała rozcieńczaniu pod wpływem wody. Przy dalszym dodatku emulgatora nastą-

[1]) Badania autora.

pi przejście emulsji „W w B" w emulsję „B w W" i wystąpi stopniowo zdolność do rozcieńczania się pod wpływem wody. Emulsja w tym stanie posiada stosunkowo dużą zawartość bitumu i wykazywać będzie dobre własności wiążące, po wymieszaniu np. z piaskiem i wysuszeniu utworzonych próbek.

W miarę dodawania większych ilości pasty gliniastej, własności rozcieńczania i wymywania pod wpływem wody będą się potęgować, własności zaś wiążące emulsji będą się zmniejszać w miarę tego jak procentowa zawartość bitumu w emulsji będzie maleć. Tak rozcieńczona co do zawartości bitumu emulsja po wyparowaniu wody przedstawia się w postaci suchej masy, kruchej i łamliwej, poddającej się łatwo działaniu wody i wymywanej przez nią.

Na podstawie powyższych obserwacji łatwo wyjaśnić można przyczyny psucia nawierzchni bitumicznych w wypadku użycia do ich budowy materjału kamiennego zwietrzałego, zawierającego domieszki gliniaste.

Pył gliniasty obecny w nawierzchni, czy też powstały na skutek ścierania wzajemnego zwietrzałych ziaren materjału kamiennego zamienia się pod wpływem wody przedostającej się od góry lub od dołu w pastę, którą ruch wciska i rozciera z obecnym w nawierzchni bitumem. Bitum tworzy stopniowo z pastą emulsję i w miarę przybywania pyłu zatraca swe własności wiążące.

Pod wpływem ruchu i opadów atmosferycznych zachodzi rozluźnienie szkieletu mineralnego, przenikanie wody do wnętrza, pojawianie się błota na nawierzchniach powierzchniowo utrwalanych, oraz wgłębień i „ospowatości" na nawierzchniach ciężkich typów, przyczem w pierwszym wypadku zniszczenie zachodzi przeważnie od spodu, w drugim zaś rozpoczyna się od góry.

Ziarna mineralne spojone pierwotnie bitumem zostają otoczone stopniowo zaprawą powstałą z zemulgowanego bitumu wobec bardzo dużej ilości pyłu gliniastego jako emulgatora, czyli bardzo rozcieńczoną co do zawartości bitumu emulsją bitumiczno gliniastą, której własności wiążące w porównaniu do własności wiążących bitumu są minimalne.

Zaprawa ta ulega ponadto łatwemu wymieszaniu z wodą i wymyciu. Wskutek zaniku lepiszcza spajającego poszczegól-

ne ziarna szkieletu mineralnego zachodzi pod wpływem ruchu rozluźnienie i niszczenie nawierzchni.

d) Wpływ emulgujący niektórych materjałów kamiennych krajowych na bitum.

Podobne objawy emulgacji stwierdzono kilkakrotnie w praktyce przy budowie nawierzchni bitumicznych w Polsce w wypadku zastosowania pewnych gatunków materjałów kamiennych pochodzenia krajowego, nie wykazujących pozornie cech zwietrzenia, wyróżniających się dodatnio własnościami wytrzymałościowemi i fizycznemi. Zachodziła zatem emulgacja bitumu z nawierzchni pod wpływem pyłu z użytego kamienia w obecności wody.

Zastosowane na Śląsku w roku 1929 i 1930 i 1931 powierzchniowe utrwalanie dróg przy pomocy smół wykazały w okresie słot jesiennych poważne zniszczenie pokrowca przyczem bitum z pyłem kamiennym wytworzył błoto.

Badania odcinków zniszczonych dokonane na wiosnę roku następnego z udziałem autora wykazały, że fundament wykonany był z melafiru z Regulic, jako lepiszcze użyta była smoła i smoła stabilizowana, grysik zaś z granitu z kamieniołomu w Klesowie Pokrowiec na większości odcinków już nie istniał; zamiast niego wytworzyła się masa pyłowa koloru ciemno bronzowego zalepiająca szczeliny między ziarnami tłucznia, zamieniająca się na brunatne błoto pod wpływem wody. W błocie tym czuć było smołę, jednakże nic nie przypominało jej zewnętrznego wyglądu. Przy pomocy siarczku węgla dopiero udawało się ją wyekstrahować i stwierdzić jej obecność.

Poszczególne stadja zniszczenia nawierzchni wskazywały na to, że pod pokrowcem bitumicznym wytwarzała się warstwa pyłu, powstająca z melafiru na skutek ścierania się kawałków tłucznia lub też powstała podczas wałowania nawierzchni, jeszcze przed ułożeniem pokrowca.

W miejscu zetknięcia się tej warstwy z pokrowcem bitumicznym, bitum zatracał swój kolor, pod wpływem ruchu mokra warstwa pyłu wchłaniała bitum (smołę) i niszczyła jego własności. W miarę nagromadzenia pyłu zjawisko zachodziło coraz szybciej ku górze, powodując przenikanie wody w pokrowiec i stopniową zamianę na błoto.

W miejscowościach, gdzie fundament był z granitu, skonstatowano lepszy stan pokrowca i objawów emulgacji nie stwierdzono.

Ponieważ poczynione wówczas obserwacje były niekompletne i winę zepsuć przypisywano złemu wykonaniu i oczyszczeniu, w roku następnym przeprowadzone zostało ponowne utrwalenie powierzchniowe przy użyciu asfaltów, niestety z wynikiem analogicznym.

Przytoczony przykład nie był odosobniony i miał miejsce niejednokrotnie z temi samemi objawami, kiedy do budowy nawierzchni bitumicznych użyte zostały pewne gatunki materjałów kamiennych.

Nasuwało się zatem przypuszczenie, że prócz gliny mogą oddziaływać emulgująco na bitum również niektóre materjały kamienne.

Celem sprawdzenia tej możliwości przystąpiono do szczegółowego zbadania zdolności emulgujących[1]) i ustalenia współczynnika emulgacji dla różnych materjałów kamiennych krajowych używanych do budowy dróg bitumicznych.

Badania przeprowadzono z pyłem uzyskanym przez zmiażdżenie i roztarcie badanej próbki, oraz przesianie powstałego miału przez sito o prześwicie oczka 0 074 mm (sito amer. Nr. 200). Do badań używano pyłu przechodzącego przez to sito, sposób zaś wykonania był taki sam, jak przy badaniach zdolności emulgujących pyłu gliniastego.

Ponieważ zjawisko emulgacji zauważono w praktyce kilkakrotnie w wypadku zastosowania melafiru z Regulic, nie spotykano się natomiast z nim przy stosowaniu np. granitu z Klesowa lub bazaltu wołyńskiego, badaniom porównawczym poddano przedewszystkiem pył uzyskany ze zdrowych zewnętrznie kawałków melafiru, granitu i bazaltu.

Przy dodawaniu bitumu do pasty wytworzonej z pyłu melafirowego z wodą obserwowano tworzenie się typowej emulsji „B w W." (bitumu w wodzie) z charakterystyczną podatnością do rozcieńczania się pod wpływem wody.

Pierwotnie ciemno czerwona pasta pyłu z wodą, zamieniała się stopniowo przy dodawaniu bitumu w czerwono bronzową (przy asfalcie) lub czerwono szarą (przy smole) tłustą masę. Próbka uzyskanej emulsji rozcieńczana wodą w pro-

[1]) Badania autora.

bówce wykazywała jednorodną zawiesinę, w której nie można było odróżnić oddzielnych cząstek pyłu i bitumu.

Próbę wykonywano z 20 gramów pyłu, 10 cm^3 wody, stopniowo dodając bitum (smołę). Po dodaniu 25 g bitumu zaobserwowano przechodzenie emulsji „B w W", (bitum w wodzie) w emulsję „W w B" (woda w bitumie) z charakterystycznem rozdzieleniem się faz. Wytworzona emulsja „W w B." nie ulegała rozcieńczeniu pod wpływem wody, przy ugniataniu zaś tłuczkiem kawałki bitumu zlepiały się tworząc jednorodny plastyczny (przy użyciu asfaltu) placek, lub też gęsto płynną (przy użyciu smoły) masę. Przez łagodne wymywanie wodą można było całkowicie oddzielić pył mineralny od bitumu.

Współczynnik emulgacji dla melafiru ustalono zatem na:

$$e = \frac{25}{20} = 1.25 \text{ (ze smołą).}$$

Pył bazaltowy i granitowy zachowywał się wyraźnie inaczej niż pył melafirowy. Po roztarciu już pierwszych kropel dodanego bitumu do pasty z pyłu bazaltowego z wodą zauważono, że bitum nie rozchodzi się równomiernie, lecz tworzy gruzełki łatwo dostrzegalne gołem okiem. Tworzy się zatem odrazu emulsja typu „W w B". Próbka tej emulsji rozcieńczona w probówce wodą wykazuje na ściankach osiadanie gruzełków bitumu przyczem bitum zachowuje swoje charakterystyczne cechy. Przez odmywanie wodą udawało się oddzielić gruzełki bitumu od pyłu, przyczem po ugnieceniu uzyskiwano kawałek plastycznego ciągliwego bitumu (przy użyciu asfaltu).

Dodawanie większej ilości bitumu i rozcieranie prowadziło do skupiania się bitumu w niedające się rozcierać kawałki, nie łączące się z wodą i pyłem, by wreszcie wytrącić się w postaci placka bitumicznego (asfalt) lub ciągliwej masy (smoła).

Dowodzi to, że pod wpływem pyłu bazaltowego i granitowego wytwarza się emulsja typu „W w B" przyczem bitum nie zatraca swych własności wiążących i nie jest pochłaniany.

Współczynnik emulgacji dla pyłu bazaltowego i granitowego okazał się podobny i wynosi:

pył bazaltowy na 20 g. — 6,5 g. bitumu;

$$e = \frac{6{,}5}{20} = 0.325 \text{ (ze smołą)}$$

pył granitowy na 20 g. — 7 g. bitumu;

$$e = \frac{7}{20} = 0.350 \text{ (ze smołą)}$$

Przeprowadzone próby wykazały, że zjawisko emulgacji bitumu pod wpływem pyłu niektórych materjałów kamiennych jest możliwe i istotnie zachodzi.

Część III.

Zdolności emulgujące ważniejszych materjałów kamiennych krajowych.

Ustaliwszy różnice w zachowaniu się pyłu melafirowego, granitowego i bazaltowego w stosunku do bitumu, przystąpiono do szczegółowego zbadania zdolności emulgujących i ustalenia współczynnika emulgacji dla ważniejszych materjałów kamiennych krajowych, mogących mieć znaczenie dla budowy dróg bitumicznych.

Do badań stosowano pył uzyskany przez zmiażdżenie i roztarcie badanej próbki oraz przesianie powstałego miału przez sito o prześwicie oczka 0.074 mm (sito amer. Nr. 200). Sposób wykonania był taki sam jak przy badaniach zdolności emulgujących pyłu gliniastego. Jako bitumu używano smoły stabilizowanej asfaltem krajowym.

Własności smoły stabilizowanej były następujące:

Ciężar właściwy w 15°	1.131
Wiskoza wg. B. T. A. w 30°	38 sek.
Zawartość wody w % wag.	0,22%
Oleje lekkie (destylaty do 170°) % wag. . .	0,37%
Oleje średnie (destylaty od 170—270°) % wag.	5.68%
Oleje ciężkie (destylaty od 270—300°) % wag.	3.60%
Oleje antracenowe (destylaty od 300—350°) % wag.	19.50%
Zawartość paku % wag.	70.86%
Temp. mięknienia paku wg. Kr. Sarnowa .	52°
Zawartość fenoli % objęt.	0,62%
Zawartość naftalenu % wag.	1.59%
Zawartość antracenu % wag.	1.33%
Zawartość asfaltu % wag.	20%

a) *Ogólna charakterystyka ważniejszych materjałów kamiennych krajowych i ich znaczenie dla budownictwa drogowego.*

Rozpatrzenie „Mapy zaopatrzenia Rzeczypospolitej Polskiej w materjały do budowy dróg" prof. M. Nestorowicza [1]) wykazuje, że w północnej części Polski jedynym materjałem kamiennym miejscowym jest kamień narzutowy w wielu miejscach już wyczerpany, lub występujący w ilościach niedostatecznych. Olbrzymie obszary, zwłaszcza na Polesiu, nie posiadają żadnych materjałów miejscowych. Dopiero południowa część Polski posiada rodzime złoża materjałów kamiennych, będących istotnym składnikiem geologicznym tych ziem. Pod względem petrograficznym skały występujące w południowej części Polski w nieznacznym tylko stosunku należą do skał wybuchowych lub metamorficznych, główną natomiast masę stanowią skały osadowe. Rozmieszczenie ważniejszych kamieniołomów pozostawia wiele do życzenia i zmusza do długich oraz kosztownych transportów kolejowych np. z Klesowa na Śląsk lub Pomorze, co wpływa znacznie na podrożenie cen produkowanych materjałów.

Jakościowy przegląd materjałów kamiennych z punktu widzenia ich przydatności do poszczególnych celów drogowych przedstawia się następująco:

Głazy narzutowe stanowią pozostałość polodowcową i zaścielają północne obszary Polski, zwłaszcza w dużych ilościach występują na Pomorzu.

Pod względem petrograficznym stanowią bardzo różnorodny materjał. Najczęściej spotykane są granity o różnym składzie i wielkości ziarna, następnie gnejsy, amfibolity, występują również piaskowce i kwarcyty.

W drogownictwie znajdują zastosowanie jako materjał brukowy (kostka, półkostka, brukowiec obrobiony lub zwykły) oraz jako kruszywo do zwykłych nawierzchni makadamowych.

Ze względu na różnorodną twardość i stan zachowania, kruszywo a zwłaszcza grysy granulowane z głazów narzutowych, znajdują mniejsze zastosowanie do budowy górnej warstwy nawierzchni bitumicznych, stosowane natomiast są z dobrym wynikiem do warstwy dolnej (binderu).

---

[1]) L. Borowski. Wyniki badań laboratoryjnych materjałów kamiennych używanych do budowy i utrzymania dróg w Polsce. Warszawa 1929.

Skały wybuchowe Polski [1]) skupiły się w południowo zachodnim obszarze województwa krakowskiego i Śląska oraz we wschodniej części Wołynia. Skały te należą do istotnych składników geologicznych ziem polskich i występują:

W Tatrach w postaci granitu stanowiącego główną część składową t. zw. trzonu krystalicznego obejmującego powierzchnię około 415 km². Znaczenia większego w drogownictwie granit tatrzański nie posiada ze względu na swój skład, jak również trudności eksploatacyjne związane z ochroną przyrody.

Na Śląsku Cieszyńskim występują t. zw. cieszynity, w wielu okolicach począwszy od Zamrska na Morawach aż po okolice Kalwarji Zebrzydowskiej w województwie krakowskiem. Znaczenia drogowego cieszynity nie posiadają ze względu na podatność do wietrzenia.

W Krakowskiem na przestrzeni około 200 km² występuje cały szereg skał wybuchowych oddawna stosowanych w drogownictwie. Należą tu:

Porfiry w Miękini, powyżej Dubia, nad Szklarką, między Zalasem, Frywałdem, Baczynem i Sanką oraz na Głuchówkach.

Melafiry w okolicy Tenczynka, Rudna, Regulic, Alwerni, Poręby i Mirowa.

Diabazy w Zwierzyńcu Teńczynskim, na Niedźwiedziej Górze.

Badania mikroskopowe skał krakowskich wykazują naogół daleko posunięty proces zwietrzenia, polegający na rozłożeniu się skaleni, amfiboli, oliwinu, pojawieniu się minerałów wtórnych, zmianie koloru i t. p.

Badania chemiczne próbek świeżych i zwietrzałych wskazują, że proces wietrzenia polega głównie na wyługowaniu ze skały sodu i wapnia oraz na skoncentrowaniu drobin potasowych.

Charakterystyczną jest rzeczą, że pod względem wytrzymałościowym i fizycznym skały krakowskie przedstawiają materjał dobry, znalazły też zastosowanie w postaci materjału brukowego (jedynie porfiry) oraz tłucznia do zwykłych nawierzchni makadamowych. Zastosowane do budowy nawierzchni

[1]) Tokarski: Petrografja. Lwów 1928.

W. Skalmowski: Skały wybuchowe Polski „Wiadomości Drogowe" Nr. 20 — 1928. Warszawa.

bitumicznych różnych typów wykazały kilkakrotnie opisane poprzednio własności emulgujące powodujące niszczenie nawierzchni.

W Pieninach między wsią Kluszkowce na zachodzie a potokiem Krupianką na wschodzie występują andezyty w kilku odmianach.[1]) Skały te w budownictwie drogowem nie odgrywają znaczniejszej roli, jakkolwiek niektóre z odmian np. Wżar I rokują dobre rezultaty. Częściowo stosowane są do wyrobu kostek brukowych.

Najważniejsze znaczenie dla budowy dróg zwłaszcza nawierzchni bitumicznych w całej Polsce mają skały wybuchowe występujące na Wołyniu. Należą tu skały wybuchowe głębinowe oraz wylewne.

Obszar występowania skał krystalicznych zawarty jest między granicą państwa na wschodzie i miejscowościami Hlinne, Klesów, Ludwipol, Korzec i wynosi około 1600 km^2. Przedstawiają one dużą różnorodność pod względem strukturalnem jak również pod względem petrograficznem reprezentują cały szereg odmian.

W obszarze na północ od Słuczy wyróżnia Małkowski [2]). następujące odmiany:

1) Szare granity wzdłuż brzegów Słuczy aż po okolice Moczulanki;

2) Dioryty kwarcowo-biotytowo-amfibolowe i porfiryty w miejscowości Wyry oraz w licznych blokach pod stacją Tomaszgród;

3) Granity różowe i syenity grupujące się w terenie przeciętym linją kolejową Klesowo-Ostki, oraz wzdłuż zachodniej krawędzi obszaru skał wołyńskich;

4) Gabro-noryty, jako skupienia głazów w miejscowościach Jakubówka, Mokre, Moczulanka, Rudnia Potasznia oraz w pobliżu miasteczka Tomaszgród;

5) Żyły granitu jasno różowego drobno ziarnistego.

---

[1]) St. Małkowski: Andezyty okolic Pienin. Prace P. I. G. t. I. z 1. Warszawa 1921.

[2]) St. Małkowski: Sprawozdanie z badań petrograficznych na obszarze krystalicznej płyty wołyńskiej. Posiedz. P. I. G. Nr. 5, 9, 12, 16 i 15 1923 t. 27. O budowie geologicznej płn.-zachodniego naroża masywu krystalicznego wołyńskiego. Posiedz. P. I. G. t. IV. z 1—2. 1927. Warszawa.

Na południe od rzeki Słuczy wymienia Radziszewski [1]):

1) Granit szary biotytowo muskowitowy, drobnoziarnisty (Korzec);

2) Granit szary drobnoziarnisty tworzący żyłowe injekcje silnie pofałdowane w gnejsie (Marenin);

3) Drobnoziarnisty szary granit biotytowo muskowitowy niekiedy o strukturze gnejsowej (Klecka Wielka);

4) Granit oligoklazowo biotytowy przypominający granit z Marenina (Hłuboczek);

5) Żyły pegmatytowe i aplitowe przecinające gnejsy i szare granity;

6) Granity różowe prawdopodobnie późniejsze niż granity szare o różnej grubości ziaren.

Co do nazw skał występujących w poszczególnych miejscowościach istnieją różnice w zapatrywaniach, tak np. badania Politechniki Lwowskiej doprowadziły do nieco innych określeń, przyczem na podstawie stosunku ilościowego minerałów występujących w tych skałach zaliczono je do szeregu monzonitowego.

W drogownictwie znalazły skały krystaliczne szerokie zastosowanie, a zwłaszcza występujące w okolicy Klesowa, jako t. zw. porfiryty lub mikrogranity (lub klesowity — Małkowski) bardzo drobnoziarniste lub średnioziarniste w postaci materjałów brukowych (kostka, półkostka i kamień łamany) oraz w postaci kruszywa (tłuczeń, grysy, zwłaszcza granulowane do budowy nawierzchni bitumicznych).

Skały krystaliczne wołyńskie odznaczają się wielką różnorodnością uziarnienia, barwy oraz ornamentu, co z punktu widzenia budowlanego i zdobniczego sprzyja ich szerokiemu zastosowaniu.

Do celów drogowych nadają się w pierwszym rzędzie gatunki drobnoziarniste, zwłaszcza do wyrobu grysów granulowanych; do materjałów brukowych ze względu na potrzebę uzyskania większej szorstkości możliwe jest stosowanie gatunków kamieni o ziarnie grubszem.

---

[1]) P. Radziszewski: Sprawozdanie z badań petrograficznych na obszarze krystalicznej płyty wołyńskiej. Posiedzenia P. I. G. 5, 9, 13, 15. Opis mikroskopowo-petrograficzny skał krystalicznych wołyńskich na południe od rzeki Słuczy. Sprawozdanie P. I. G. t. III z 1—2. 1925.

Bardzo poważne miejsce jako materjał kamienny do budowy dróg zajmuje bazalt występujący w dorzeczu Horynia, eksploatowany na większą skalę w Janowej Dolinie i Berestowcu w powiecie kostopolskim.

Zarówno sposób występowania materjału, świeżość, jak również łatwość obróbki sprawia wrażenie, jak gdyby natura sama ułatwiła człowiekowi eksploatację i zużytkowanie tego cennego materjału drogowego.

Materjał brukowy z bazaltu posiada niewątpliwie skłonność do wygładzania się pod wpływem ruchu w stopniu większym niż n. p. z granitu, stosowany jest jednakże w bardzo szerokim zakresie na obszarze całej Polski z dobrym wynikiem (kostka regularna, nieregularna).

Bezkonkurencyjne jest natomiast kruszywo z bazaltu zwłaszcza grysy granulowane, o ile do ich wyrobu użyty został materjał czysty i obróbka techniczna stoi na odpowiedniej wysokości.

Słupy bazaltowe pokryte są z zewnątrz otoczką złożoną z substancji o charakterze gliniasto pyłowym koloru bronzowego. Otoczka ta grubości 0.5 — 1 cm, o ile nie zostanie oddzieloną, przedostaje się do grysów podczas przeróbki tworząc zanieczyszczenia w postaci ziaren bronzowych o słabej wytrzymałości, kruszących się w palcach.

Główną masę skał występujących w Polsce stanowią skały osadowe. Są to różnego rodzaju piaskowce, piaskowce kwarcytowe, wapienie i dolomity z różnych epok geologicznych o bardzo różnorodnym wyglądzie i własnościach technicznych.

Trudno byłoby w ramach niniejszej pracy dać dokładną charakterystykę tych skał, dlatego też ograniczę się do omówienia ważniejszych gatunków, mających szersze zastosowanie drogowe.

Z pośród piaskowców na uwagę zasługuje: piaskowiec kwarcytowy eksploatowany na większą skalę w Zagnańsku przeważnie w postaci kruszywa (tłuczeń); piaskowce podkarpackie, karpackie oraz beskidzkie, przeważnie o lepiszczu wapiennem o różnej wielkości ziarna barwy szarej lub zielonkawej od domieszki glaukonitu.

Mają one przeważnie znaczenie lokalne i używane są do wyrobu materjałów brukowych (kostka i krawężniki) tam, gdzie

na to pozwala charakter złóż, lub też do wyrobu kruszywa do zwykłych nawierzchni makadamowych.

Z bardziej znanych należy wymienić piaskowiec eksploatowany w Kozach w woj. krakowskiem, piaskowiec wapienny występujący w okolicach Bielska, Żywca, Cieszyna (Ustroń, Straconka, Bystra, Jaworze) oraz piaskowiec skolski.

W woj. lwowskiem występuje w Hucie Szczerzeckiej piaskowiec o lepiszczu krzemionkowem.

W wielu miejscach Polski występują zwarte krystaliczne wapienie i dolomity starszych formacji (dewon) o bardzo dobrych cechach wytrzymałościowych. Dodatnio wyróżniają się wapienie (marmury) i dolomity z okolic Kielc (Sitkówka), z okolic Krzeszowic — używane do wyrobu wypełniacza wapiennego, dolomity z Brzezin na Śląsku, Imielina, Zagnańska, Krzeszowic — używane zarówno do budowy warstwy dolnej (fundamentu) i warstwy górnej niektórych nawierzchni bitumicznych w postaci tłucznia i grysu.

Skały metamorficzne występują w Polsce w Tatrach (gnejsy i amfibolity) oraz w masywie krystalicznym wołyńskim, zwłaszcza w okolicach Korca (gnejsy i łupki). Nie stanowią one w obecnej chwili poważniejszego źródła materjałów dla drogownictwa zwłaszcza dla nawierzchni bitumicznych.

b) Własności emulgujące ważniejszych skał wybuchowych.

Badaniom poddano:

1. Granit tatrzański;
2. Skały krakowskie: porfiry, melafir i diabaz;
3. Andezyty wżarskie;
4. Drobnoziarnisty granit i średnioziarnisty granit z Klesowa (kamieniołom Puhacz);
5. Bazalty z Janowej Doliny i Berestowca;

1. Granit tatrzański. Pod względem mineralogicznym granit tatrzański składa się z plagioklazu (oligoklazu) występującego w ilości największej. Towarzyszą mu stale ortoklaz i mikroklin. Drugim głównym składnikiem jest kwarc. Jako składnik ciemny występuje biotyt, obok niego w niektórych odmianach pierwotny muskowit. Morozewicz [1]) w roku 1889 ustala

[1]) Tokarski: Petrografja Lwów 1928 — str. 225, 226.

w Tatrach dwie odmiany granitu: szarą dwumikową, oraz różową muskowitową.

Badania późniejsze z lat ostatnich, poparte licznemi analizami chemicznemi, wyodrębniły cztery grupy granitu tatrzańskiego różniące się przedewszystkiem zawartością molekularną sumy żelaza i magnezu (Fe O + Mg O).

Jako materjał drogowy granit tatrzański nie rokuje dużej przyszłości. Przeważająca ilość oligoklazu mało odpornego na działanie czynników atmosferycznych oraz duża ilość biotytu bardzo kruchego i łatwo łupiącego się stanowi jedną z jego cech ujemnych. Struktura skały ziarnista, ziarno dość grube również nie świadczy dodatnio o przydatności tej skały do wyrobu kruszywa. Nie znalazł również większego zastosowania ze względu na trudności eksploatacyjne wynikające z ochrony przyrody Tatr.

Celem stwierdzenia zdolności emulgujących poddano badaniom kilka okazów granitu z Zakopanego, z Czarnego Dunajca i z okolic wsi Witowa.

Własności mechaniczne, fizyczne oraz współczynnik emulgacji ilustruje następujące zestawienie:

	Ścieralność na tarczy (Dorry) cm.	Wytrzymałość na ściskanie kg/cm²	Nasiąkliwość %	Porowatość	Ciężar właściwy	Rodzaj wytwarzanej emulsji z bitumem	Współczynnik emulgacji
Kamieniołom w Zakopanem Granit dwumikowy [1]	0.22	1750	0.02	0.001	2.63	WwB	0.300
Granit biotytowy [1] . .	0.28	1127	0.09	0.002	2.66	WwB	0.380
Granit biotyt. z żyłami pegmatytu [1]	0.28	1070	0.12	0.003	2.68	WwB	0.350
Granit uwarstwiony z okolic wsi Witowa [1] .	0.24	958	0.19	0.005	2.68	WwB	0.320
Granit z Czarnego Dunajca [1]	0.28	1269	0.46	0.012	2.65	WwB	0.270

[1]) L. Borowski: Wyniki badań laboratoryjnych materjałów kamiennych 208 K. L. M. N. O. Warszawa 1929.

Jak widać z powyższego zestawienia granity tatrzańskie nie wykazują zdolności emulgujących w stosunku do bitumu.

2. *Skały krakowskie. Porfiry* Badania przeprowadzone przez autora na terenie kamieniołomów porfiru w Miękini, Zalasiu, Sance i Frywałdzie wykazały możliwość wyodrębnienie czterech zasadniczych odmian porfiru różniących się wyglądem, strukturą i stanem zachowania.

Porfir z Miękini posiada barwę ciemno czerwoną, strukturę porfirową. W zbitem cieście skalnem widoczne makroskopowo ziarna skaleni, biotytu i kwarcu. Pod mikroskopem w cieście skalnem napozór jednorodnem i niekrystalicznem wyodrębnić można drobne kryształki plagioklazów, kwarcu oraz barwnika (pyłu hematytowego i limonitowego).

Stan zachowania tego porfiru makroskopowo dość dobry pod mikroskopem jednak widoczny jest daleko posunięty proces wietrzenia (kaolinizacja skaleni, przeobrażenie amfiboli).

W Sance i Zalasie stwierdzono obecność dwuch zasadniczych odmian: różowej i zielonawo szarej.

Odmiana różowa już z zewnętrznego wyglądu wykazuje większy stopień zwietrzenia, charakteryzujący się silniejszą kaolinizacją skaleni i rozluźnieniem ciasta skalnego. Odmiana zielonawo szara odznacza się lepszem wykrystalizowaniem składników, zarówno prakryształów, jak też i ciasta skalnego, co stwierdzić łatwo już makroskopowo. Przy bliższych badaniach porfiru barwy różowej stwierdzono w Zalasie w jednym z kamieniołomów obecność odmiany tejże barwy, jednakże bardzo dobrze zachowanej. Uderza w niej przedewszystkiem wyraźnie krystaliczna struktura ciasta skalnego oraz dobre wykształcenie i świeży wygląd prakryształów skaleni.

Własności mechaniczne, fizyczne oraz współczynniki emulgacji porfirów ilustruje załączone zestawienie.

Własności mechaniczne i fizyczne porfirów krakowskich świadczą raczej dodatnio o tym materjale. Stosowany jest też w dużym zakresie jako materjał brukowy z dobrym wynikiem. W zwykłych nawierzchniach makadamowych z powodu dużej ścieralności tworzy dużo pyłu a w obecności wody typowe dla dróg z porfiru czerwono brunatne błoto.

	Ścieralność			Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm²	Nasiąkliwość w %	Gęstość (ciężar objętościowy)	Ciężar właściwy	Zwięzłość	Rodzaj emulsji z bitumem	Współczynnik emulgacji
	w bębnie Deval'a w %	na tarczy								
		Bohmego	Dorry w cm							
Miękinia [1]) (odmiana ciemno czerwona) . . .			0.59	2127	1.93	2.55	2.62		BwW	1.01
Sanka [2]) (odmiana różowa) . .	3.96		0.36	1946	0.79	2.55	2.64	22	BwW	0.70
Sanka [2]) (odmiana zielonawo szara)	3.36		0.49	1896	0.72	2.57	2.63	25	BwW	0.47
Zalas [3]) (odmiana różowa)		0.422 g/cm² 0.210 cm³/cm²		1845	1.76	2.40	2.59	22	BwW	0.75
Zalas [3]) (odmiana różowa o strukturze krystalicznej)		0.393 g/cm² 0.154 cm³/cm²		2153	0 34	2.55	2.62	33	WwB	0.38
Frywałd [3]) (odmiana różowa)		0,282 g/cm² 0,13 cm³/cm²		1916	1.14	2.48	2.58	21	BwW	0.77

W stosunku do bitumu poszczególne odmiany porfiru zachowują się różnorodnie wykazując różne współczynniki emulgacji. Tem też sobie należy tłomaczyć zmienne i przeważnie ujemne wyniki, uzyskiwane z tym materjałem przy zastosowaniu do budowy nawierzchni bitumicznych. Różnice we współczynnikach emulgacji zależne są od stopnia zwietrzenia skały.

Bardzo specyficznie zachowuje się porfir z Zalasu o strukturze wyraźnie krystalicznej. Wykazuje on zdolności emulgujące w stopniu nieznacznym. Badania makroskopowe i mikroskopowe okazów tej odmiany wykazują dobry stan zachowania skały.

[1]) L. Borowski: Wyniki badań laboratoryjnych Nr. 198 0. Warszawa 1929.

[2]) S. Lenczewski Samotyja: Wyniki badań laboratoryjnych. Warszawa 1933. Nr. 198 T. 198 S.

[3]) Badania autora.

Współczynnik emulgacji stanowi zatem cenne uzupełnienie badań mechanicznych i fizycznych i jest sprawdzianem świeżego stanu materjału.

Ponieważ, jak to wykazała praktyka drogowa, stosowanie do budowy nawierzchni bitumicznych materjału o zdolnościach emulgujących jest niebezpieczne, należy zatem przy badaniach materjału kamiennego porfirowego przeznaczonego do budowy dróg bitumicznych zwracać uwagę na współczynnik emulgacji i stosować odmiany o współczynniku nie przekraczającym liczby 0.38, t. j. te, które nie ujawniają zdolności emulgujących lub też ujawniają ją w stopniu b. nieznacznym.

Melafiry.

Są to skały koloru ciemno czerwonego zawierające dużo produktów wtórnych czerwonawych, zielonawych i białych. Okazy pochodzące z Regulic, Alwerni i Rudna nie wykazują większych różnic co do wyglądu zewnętrznego, jedynie zmienną zawartość pęcherzyków wypełnionych substancjami wtórnemi. Badania skały w Regulicach przeprowadzone w jednym z tamtejszych kamieniołomów przez autora, wykazały silne pogruchotanie skały na większych głębokościach i wtórne wypełnienie powstałych szczelin węglanem wapnia, co nadaje niektórym okazom charakter zlepieńcowy.

W skład melafiru wchodzą skalenie (ortoklaz, albit i anortyt) z przewagą albitu, ważne miejsce zajmuje augit, w niewielkich ilościach występuje kwarc, apatyt, fluoryt i minerały wtórne.

Badania wytrzymałościowe wykazują dużą ścieralność tych skał, większą niż u porfirów.

Wyniki praktyczne, uzyskane przy zastosowaniu kruszywa melafirowego do budowy nawierzchni bitumicznych były w większości wypadków niezadawalniające.

Własności mechaniczne, fizyczne oraz współczynniki emulgacji melafirów ilustruje załączone zestawienie:

Jak widać z poniższego zestawienia melafiry ujawniają zdolności emulgujące w stopniu b. silnym, co w zupełności tłomaczy niepowodzenia przy zastosowaniu ich w praktyce drogowej

Melafir [1])	Ścieralność na tarczy: Dorry cm.	Ścieralność na tarczy: Bohmego	Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm²	Nasiąkliwość w %	Ciężar objętościowy	Ciężar właściwy	Zwięzłość	Rodzaj emulsji z bitumem	Współczynnik emulgacji
Regulice [2])	1.77		1550	0.82	2.68	2.70		BwW	0,870
Rudno [2])	1.38		1941	1.28	2.69	2.72		BwW	0,970
Regulice [3]) warstwy górne		1.28 g/cm² 0.48 cm³/cm²	2096	0.68	2.66	2.71	15	BwW	1.100
Regulice [3]) warstwy dolne (charakter konglomeratowy).		1.06 g/cm² 0.40 cm³/cm²	1624	4.02	2.63	2.68	24	BwW	1.270

Diabaz.

Diabaz z Niedźwiedziej Góry jest od kilku lat przedmiotem badań Drogowego Instytutu Badawczego ze względu na kilkakrotne złe wyniki, jakie uzyskano z nim przy budowie nawierzchni bitumicznych zarówno typu ciężkiego (asfaltobetony) jak i lekkiego (powierzchniowe utrwalania).

Badanie przyczyn ustaliło niezbicie, że wina była po stronie materjału kamiennego, który zawierał znaczną zawartość części zwietrzałych lub nadwietrzałych.

Szczegółowe badania przeprowadzone w kamieniołomie [4]) wykazały, że diabaz w Niedźwiedziej Górze charakteryzuje cios drobno pryzmatyczny. Wyjątkowo w niektórych częściach kamieniołomu pojawiają się nieco większe słupy. Na skutek istnienia wielkich ilości szczelin ciosowych oraz spękań, powstałych zapewnie pod wpływem dyslokacji tektonicznych,

---

[1]) Dodatkowo zbadano zdolności emulgujące tłucznia użytego w postaci fundamentu pod powierzchniowe utrwalenie dróg na Śląsku w roku 1929, 30 i 31, które uległo zniszczeniu. Współczynnik emulgacji wyniósł 1.250. Tłuczeń użyty do wgłębnego utrwalenia dróg w roku 1933 jednym z województw wykazał współczynnik emulsji 1,100.

[2]) L. Borowski: Wyniki badań laboratoryjnych Warszawa 1929, Nr. 198, K., 198. A.

[3]) Badania autora.

[4]) Badania z udziałem autora przeprowadzone w roku 1931.

masa diabazu stała się środowiskiem przenikania wody z powierzchni ziemi, co wywołało silny rozkład skały. Powstające w procesie wietrzenia produkty gliniaste wywołują kruchość i łatwy rozpad.

Skutkiem tego w złożu obok materjału zupełnie zdrowego istnieje materjał mniej lub więcej zwietrzały aż do produktu o charakterze gliniastym, wypełniający szczeliny i otaczający w postaci „kory" kawałki zupełnie zdrowego diabazu. Ilość materjału nadwietrzałego lub zwietrzałego jest znaczna.

Skała w stanie świeżym jest koloru ciemno szarego z odcieniem zielonkawym aż do czarnego.

Głównym składnikiem są skalenie: albit, anortyt i ortoklaz, w dużej ilości występuje piroksen (hipersten), obecny jest również kwarc, stąd też skała otrzymała nazwę diabazu hiperstenowo kwarcowego.

Jako składnik podrzędny spotyka się magnetyt, ilmenit i apatyt.

Badaniom poddawane były próbki materjału świeżego. Uzyskiwane wyniki były dobre, ale nie charakteryzowały zupełnie całości złoża skalnego, jedynie część zdrową niezwietrzałą. Materjał używany do budowy dróg zawierał natomiast domieszki zwietrzałe, niejednokrotnie w dużych ilościach czy to w postaci kawałków wyraźnie zwietrzałych koloru bronzowego, czy też tylko nadwietrzałych, które w następstwie ulegały już w drodze dalszemu procesowi wietrzenia.

Badania wykonane z pyłem diabazowym okazów skały o różnym stopniu świeżości wykazały różne współczynniki emulgacji, przyczem okazy zupełnie świeże wzięte z rdzenia skały zupełnie własności emulgujących nie wykazały.

Własności mechaniczne, fizyczne oraz współczynniki emulgacji diabazu w stanie świeżym ilustruje załączone zestawienie.

Badania przeprowadzone nad ustaleniem zdolności emulgujących pyłu diabazowego uzyskanego z materjału o różnej świeżości dały wyniki następujące.

	Ścieralność: Deval %	Ścieralność: Dorry w cm	Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm²	Nasiąkliwość w %	Ciężar objętościowy	Ciężar właściwy	Rodzaj emulsji z bitumem	Współczynnik emulgacji
Diabaz [1]) próbka z dolnego poziomu		0.66	2203	0.33	2.84	2.85	WwB	0.360
" " "		0.42	2589	0.14	2.86	2.87	WwB	0.340
Diabaz [2]) badania z 1929 r. . .	1.93	0.34	2903	0.10	2.87	2.88	BwW	0.650
Diabaz [1]) próbka pobrana ze środkowego poziomu eksploatacyjnego		0.48	2073	0.32	2.86	2.87	BwW	0.460

	Rodzaj emulsji z bitumem	Współczynnik emulgacji
1. Grysik ostatniej produkcji (badania autora z maja 34 r.	WwB	0.330
2. Grysik z roku 1931 [1])	BwW	0.450
3. Miał używany przez jedną z firm do nawierzchni w 1929 r. [1])	BwW	0.720
4. Kawałek tłucznia zwietrzałego pobranego z materjału dostarczonego do budowy dróg [1])	BwW	0.800

Jak widać z powyższego ujemne wyniki uzykane w latach ubiegłych przez praktykę drogową z diabazem były wywołane obecnością domieszek zwietrzałych. Powodowały one zdolności emulgujące, uwidaczniające się w wysokim współczynniku emulgacji.

Zgodnie z wynikami badań można stwierdzić, że stosowanie diabazu do budowy dróg zwłaszcza bitumicznych jest możliwe z warunkiem, że materjał będzie zupełnie świeży pochodzący z rdzenia skały o współczynniku emulgacji nie przekraczającym liczby 0.38.

[1]) Badania własne autora.

[2]) L. Borowski. „Wyniki badań laboratoryjnych. Warszawa 1929 r. Nr. 198 P.

3. *Andezyty.*

Po za kostką nie znalazły andezyty pienińskie szerszego zastosowania w budownictwie drogowem.

Wśród kilku grup, które wymienia Małkowski [1]) w różnych miejscowościach Pienin, zaliczając je bądź do andezytu augitowo amfibolowego, bądż do andezytu amfibolowego, najciekawsze są niewątpliwie andezyty z góry Wżar koło Kluszkowiec występujące w trzech odmianach:

Tak zwany „Wżar I" tworzy skałę barwy czarnej zbitą podobną do bazaltu. „Wżar II" ma barwę szarą i strukturę drobnoziarnistą — porfirową. „Wżar III" posiada strukturę porfirową. Wszystkie te odmiany są andezytem augitowo-amfibolowym o szczególnie dobrze wykształconych kryształach tych minerałów. Skład mineralny: plagioklaz, amfibol, augit i drobne ilości biotytu.

Pod względem własności mechanicznych i fizycznych najlepiej przedstawia się „Wżar I",

Nie posiadając odpowiednich okazów do badań mechanicznych i fizycznych przeprowadzono jedynie badania współczynników emulgacji wszystkich trzech odmian „Wżaru" z wynikiem następującym:

	Rodzaj emulsji z bitumem	Współczynnik emulgacji
Wżar I	WwB	0.360
Wżar II	BwW	0.600
Wżar III	BwW	0.560

4. *Granity Klesowskie*

Jak wspomniano, ze skał krystalicznych wołyńskich znalazły szersze zastosowanie w drogownictwie jedynie skały drobnoziarniste, zwłaszcza do budowy dróg bitumicznych,

Największe stosunkowo znaczenie ma drobnoziarnisty i średnioziarnisty granit eksploatowany na terenie kamieniołomu „Puhacz" (odkrywka Krywka) i przerabiany w dużych ilościach na grysy granulowane.

---

[1]) St. Małkowski: Andezyty okolic Pienin. Prace P. I. G. t. I. z. I. Warszawa 1921 i J. Tokarski: Petrografia. Lwów 1928.

Makroskopowo obydwie odmiany są koloru różowego. Stan świeży z widocznemi błyszczącemi płaszczyznami skaleni. Kwarc w postaci drobnych ziaren naogół trudno widoczny.

Granit drobnoziarnisty z wyglądu zewnętrznego nieco matowy z odcieniem ciemniejszym, granit średnioziarnisty z dobrze uwidoczniającemi się ziarnami poszczególnych minerałów.

W mikroskopie na plan pierwszy wybija się mikroklin i oligoklaz, w dużych ilościach występuje biotyt, kwarc natomiast w ilościach nieznacznych.

Własności mechaniczne, fizyczne oraz współczynnik emulgacji ilustruje następujące zestawienie:

	Ścieralność			Wytrzymałość na ściskanie kg/cm²	Nasiąkliwość w %	Ciężar objętościowy	Ciężar właściwy	Zwięzłość	Rodzaj emulsji z bitumem	Współczynnik emulgacji
	w bębnie Deval'a	na tarczy Bohme'go	na tarczy Dorry cm.							
Granit biotytowy różowy (Krywka) [1]			0,28	2081	0,14	2,65	2,67		WwB	0,330
Drobnoziarnisty granit różowy [1]			0,17	2813	0,01	2,66	2,66		WwB	0,350
" [1]			0,37	2582	0,45	2,64	2,66		WwB	0,350
Granit różowy biotytowy [1]			0,44	1906	0,39	2,64	2,67		WwB	0,342
Granit średnioziarnisty [2]	2,29	0,36 g/cm² 0,14 cm		2414	0,14	2,64	2,65	20	WwB	0,336
Granit drobnoziarnisty [2]	2,66	0,27 g/cm² 0,10 cm		3643	0,13	2,65	2,66	28	WwB	0,330

5. *Bazalty w dorzeczu Horynia.*

Znane są dwa miejsca eksploatacji bazaltów: Janowa Dolina i Berestowiec w powiecie kostopolskim na Wołyniu. Charakter i skład skały w obu miejscach jest podobny, różnice polegają jedynie na sposobach przeróbki uzależnionych od po-

[1]) L. Borowski: „Wyniki badań laboratoryjnych Nr. 127 N.; 127 O.; 127 P; 127 R. Warszawa 1929.

[2]) Badania autora.

siadanych przyrządów i instalacyj. Zewnętrznie bazalt przedstawia się jako skała barwy czarnej o teksturze zbitej i wyglądzie świeżym zarówno makroskopowo jak i mikroskopowo. Składnikiem głównym jest plagioklaz, obok niego w dużych ilościach występuje piroksen.

Widoczne jest również szkliwo, spajające składniki krystaliczne. Ze składników podrzędnych występują tlenki żelaza, a nawet żelazo w stanie rodzimym (w bazalcie berestowieckim) oraz chloryt. Stan zachowania bazaltów prawie idealny, żaden ze składników nie zdradza w najmniejszym stopniu śladów zwietrzenia.

Sposób występowania bardzo typowy, właściwy bazaltom w postaci słupów sześcio lub pięciobocznych, przylegających szczelnie jeden do drugiego. Przeciekająca z zewnątrz woda powodowała wietrzenie powłok zewnętrznych i powstanie substancji gliniasto-żelazistych, dzięki czemu z zewnątrz słupy bazaltu pokryte są zwietrzałą „otoczką" grubości 0,5 — 1 cm.

	Ścieralność			Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm²	Nasiąkliwość w %	Ciężar objętościowy	Ciężar właściwy	Zwięzłość	Rodzaj emulsji z bitumem	Współczynnik emulgacji
	w bębnie Deval'a w %	na tarczy Bohme'go	na tarczy Dorry w cm							
Bazalt [1]) Berestowiec	2.13		0.52	2159	1.57	2,92	2.96		WwB	0,320
Bazalt Janowa Dolina [1])			0.58	2335	0.26	2.94	2.96		WwB	0,330
Bazalt z głębokości ½ metra Janowa Dolina [2])	2,63	0.47 g/cm² 0,17 cm		3320	0.26	2.90	2.96	25	WwB	0,325
Bazalt z głęb. 7 m Janowa Dolina [2])	1,80	0,46 g/cm² 0,16 cm		3424	0.33	2.91	2.96	30	WwB	0,330
Bazalt z głęb. 14 m. Janowa Dolina [2])	1,42	0.45 g/cm² 0,16 cm		3345	0.38	2.91	2.96	26	WwB	0,330

[1]) L. Borowski: „Wyniki badań" Nr.: 135 A.; 135 H. Warszawa 1929.
[2]) Badania DIB nie ogłoszone.

Jeżeli jak wspomniano, do wyrobu kruszywa użyty jest materjał nieoczyszczony od otoczki, powstają w gotowym produkcie zanieczyszczenia w postaci ziaren koloru bronzowego (kruszących się w palcach). Zanieczyszczenia te dają się usunąć przez zastosowanie segregacji materjału idącego do przeróbki.

Wyniki badań mechanicznych i fizycznych wykonanych w różnych okresach czasu oraz współczynnik emulgacji ilustruje załączone zestawienie na str. 62.

Jak widać z powyższego zestawienia bazalt nie działa emulgująco na bitum, z tego też względu przedstawia materjał pierwszorzędny do budowy nawierzchni bitumicznyah.

Badania zdolności emulgujących pyłu z otoczki pokrywającej słupy bazaltowe wykazały, że jej współczynnik emulgacji wynosi 0,710.

Posiada ona zatem zdolności emulgujące i działa szkodliwie na jakość grysów zwłaszcza granulowanych, jeżeli występuje w nich w postaci domieszki.

Skały osadowe.

1. Piaskowce.

Ze względu na różnorodność tak co do charakteru lepiszcza, jak wielkości ziarna oraz sposobu występowania przedstawiają piaskowce bardzo różnorodny materjał, z punktu widzenia drogowego. Dotychczas znajdują one zastosowanie w Polsce głównie do wyrobu materjałów brukowych, krawężników oraz tłucznia do zwykłych nawierzchni makadamowych. Do budowy nawierzchni bitumicznych znajdują ograniczone zastosowanie. Żaden z dotychczas istniejących kamieniołomów piaskowca nie posiada urządzeń do produkcji grysów granulowanych i dobrego oczyszczania uzyskanego produktu. Uruchomienie instalacyj do wyrobu grysów w kamieniołomie rządowym w Zagnańsku poprawi prawdopodobnie ten stan.

Poza Zagnańskiem jednym z większych kamieniołomów piaskowca produkującego materjał dla celów drogowych jest kamieniołom rządowy w Kozach (województwo Krakowskie),

technicznie dość dobrze wyposażony, nie nastawiony jednakże na produkcję grysów granulowanych.

Eksploatowane złoża piaskowców posiadają często różne braki, przedewszystkiem zaś niejednorodną masę skalną, co powoduje, że wyniki badań uzyskiwane w laboratorjach nie charakteryzują dostatecznie całości złoża.

Dostarczany na drogi materjał brukowy (kostka) z piaskowca różnej jakości ulega niejednakowemu ścieraniu pod wpływem ruchu. O ile występuje wyraźne uwarstwienie skały, powoduje ono częstokroć tendencję do łupania się płytowego, co kilkakrotnie obserwowano np. na krawężnikach z piaskowca z okolic Cieszyna. Kostka kamienna ułożona z piaskowca wapiennego z Zakopanego wykazała po roku istnienia bardzo poważne uszkodzenia na skutek pękania i rozsypywania się. Bliższe badania wykazały obecność w skale licznych żył kalcytu przebiegających w różnych kierunkach, wzdłuż których materjał brukowy pękał.

Wadą niektórych złóż piaskowca przy przerobie na materjał drogowy jest obecność zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia te występują gdy warstwy piaskowca poprzedzielane są warstwami iłów, glin, łupków gliniastych i t. p. Zawartość domieszek gliniastych wzrasta w produkowanym materjale drogowym zwłaszcza w dnie słotne, gdy materjał przerabiany posiada duże ilości zanieczyszczeń gliniastych.

Jak widać z powyższego, uzyskanie dobrego materjału drogowego z piaskowców, zwłaszcza dobrych grysów granulowanych do budowy nawierzchni bitumicznych, wymaga dużej staranności ze strony kamieniołomu i odpowiedniego wyposażenia technicznego,

W zestawieniu poniżej zgrupowano szereg piaskowców o różnych rodzajach lepisza i określono ich współczynniki emulgacji. Własności mechaniczne i fizyczne powtórzone zostały z „Wyników badań laboratoryjnych materjałów kamiennych używanych do budowy i konserwacji dróg w Polsce" — wydawnictw D. I. B. z roku 1929 i 1933 (52 Z, 208 A, 231 A, 79 L, 289 A, 289 B, 218 C, 201 M, 201 H, 205 B, 195 A, 275 F, 52 Z_3, 207 A, 266 R).

	Ścieralność w bębnie Deval'a w %	Ścieralność na tarczy Dorry w cm wysok.	Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm²	Nasiąkliwość w %	Ciężar objętościowy	Ciężar właściwy	Rodzaj emulsji z bitumem	Współczynnik emulgacji
Piaskowiec kwarcytowy Zagnańsk pow. Kielecki	2.41	0.24	2038	0.84	2.52	2.69	WwB	0.300
Piaskowiec wapienny numulitowy Zakopane		1.17	1753	0.48	2.71	2.76	WwB	0.300
Piaskowiec kwarcytowy Huta Szczerzecka pow Lwowski .		0,03	1406	0,83	2.45	2.68	WwB	0.320
Piaskowiec o lepiszczu krzemionkowem. Kamień we wsi Piotrków pow. Lubelski . .		0.12	1793	0.86	2.48	2.60	WwB	0.345
Piaskowiec Czantorja pow. Cieszyński	2 22	0.51	1700	0.52	2.67	2.70	WwB	0.350
Piaskowiec Jaworze pow. Cieszyński	3.16	0 22	1688	0.23	2.67	2.70	WwB	0.350
Piaskowiec wapienny gm. Kobielów pow. Żywiecki . . .	2.50	0.53	1605	1.06	2.61	2.68	WwB	0.370
Piaskowiec wapienny, gm. Wojnarowa, pow. Grybowski . .		0.88	1551	0.57	2.72	2.75	BwW	0.385
Piaskowiec gliniasty gm. Jeżów pow. Grybowski		3.48	1126	1.95	2.60	2.76	BwW	0.560
Piaskowiec wapienno żelazisty Mszana Górna pow. Limanowski		1.71	1866	1.24	2.66	2.70	BwW	0.600
Piaskowiec wapienny glaukonitowy, kam. Kozy pow. Bialski		0.15	963	0.89	2.62	2.67	BwW	0 600
Piaskowiec o lepiszczu żelazistem, kamieniołom w Mogielnicy pow. Trembowelski . .	2.96	0,58	1387	1.64	2.50	2.64	BwW	0 630
Piaskowiec o lepiszczu żelazistem. kamieniołom w Zagnańsku	1.96	0 62	1739	0.37	2.81	2.84	BwW	0.645
Piaskowiec wapienny glaukonitowy kam. w „Rysi" pow. Myślenicki		0.43	1699	0.64	2.65	2.67	BwW	0.650
Piaskowiec gliniasty gm. Podzameczek pow. Buczacki . . .	3.51	0.28	1752	0.89	2.55	2.68	BwW	0.715

Zdolności emulgujące piaskowców zależne są od charakteru lepiszcza, jak wskazuje powyższe zestawienie, przyczem piaskowce o lepiszczu krzemionkowem i czysto wapiennem zdolności emulgujących nie wykazują.

Ujawniają ją natomiast piaskowce gliniaste, żelaziste i piaskowce gliniasto-wapienne.

Oznaczanie współczynnika emulgacji przy badaniach przydatności piaskowców do budowy nawierzchni bitumicznych staje się bardzo ważnem uzupełnieniem badań petrograficznych, wskazuje bowiem na obecność w lepiszczu piaskowca domieszek gliniastych szkodliwie oddziaływujących na bitum.

2. *Wapienie i dolomity.*

Badanie wapieni i dolomitów rozpoczęto od ustalenia współczynnika emulgacji dla mączek wapiennych stosowanych w charakterze wypełniacza do budowy nawierzchni bitumicznych.

Mączki wapienne z Krzeszowic, jak również z Chęcin (istniejące dotychczas wytwórnie w Polsce) zdolności emulgujących nie wykazały, a ich współczynnik emulgacji wynosi 0,330.

Celowość stosowania pyłu wapiennego jako najlepszego wypełniacza została w ten sposób wzupełności potwierdzona na drodze laboratoryjnej.

Wapienie i dolomity, jako materjał drogowy wyróżniają się dużą ścieralnością, co powoduje, że użycie ich w postaci tłucznia do zwykłych nawierzchni makadamowych ograniczyło się do dróg o słabszym ruchu.

W latach 1928 — 1931 znalazły wapienie (średnio-twarde) szersze zastosowanie do nawierzchni utrwalanych szkłem wodnem t. zw. nawierzchni krzemianowanych. Ten sposób ulepszania dał w wielu wypadkach zadawalniające rezultaty, lecz z powodu braku funduszów został narazie zaniechany.

Wąpienie i dolomity o odpowiednich własnościach wytrzymałościowych nadają się do wielu typów nawierzchni bitumicznych przeznaczonych dla ruchu średniego a nawet i ciężkiego, zwłaszcza znalazły zastosowanie do nawierzchni budowanych na zimno z grysów otaczanych poprzednio bitumem (dolomit do komdrobitu).

	Ścieralność		Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm²	Nasiąkliwość w %	Ciężar objętościowy	Ciężar właściwy	Rodzaj emulsji bitumicznej	Współczynnik emulgacji
	Deval w %	Dorry w cm.						
Wapień[1]) (marmur) Sitkówka, gm. Chęciny.	4,52	1.32	704	1,28	2,69	2,72	WwB	0,300
Wapień (marmur) Psie Górki Kielce .	3,84	0,82	1454	0,10	2,71	2,72	WwB	0,300
Dolomit kam. I w Imielinie pow. Pszczyński		2,40	1211	1,98		2,84	WwB	0,300
Dolomit Libiąż, pow. Krakowski . .		na tarczy Bohmego 1,50 g/cm² 0,61 cm.	1020	5,27	2,433	2,85	WwB	0,300
Dolomit Biały Szarlej pow. Świętochłowicki	7,71	0,773 g/cm² 0,27 cm.	1957	0,86	2,72	2,85	WwB	0,320
Wapień Rudno, pow. Chrzanowski .		2,43	1245	3.29	2,47	2,69	WwB	0,320
Wapień (marmur) Wola Morawicka pow. Kielecki . . .	3.88	1,15	1063	0,84	2.64	2,65	WwB	0,320
Wapień gm. Zadarów, pow. Buczacki .	6,96	5.44	631	6,20	2.23	2 62	WwB	0,380
Wapień zbity Młoszowa pow. Chrzanowski		0,72	1415	0,06	2,70	2,72	BwW	0,400
Wapień kam. Podlasie pow. Olkuski .	6,10	0,42	1106	0,62	2,64	2,76	BwW	0,450
Wapień Żarniki, gm. Brzegi pow. Jędrzejowski	3,18	0,90	1349	0,33	2,72	2,74	BwW	0,550
Wapień kam. w Tudorowie pow. Husiatyńskiego	4,72	1,25	1476	0,21	2,76	2,78	BwW	0,625
Wapień zbity Strzemieszyce pow. Będziński		1.65	897	0.245	2,69	2,71	BwW	0,650
Wapień z ziarnami kwarcu, Opatów, pow. Częstochowski . . .	4,74	1,04	1542	0,91	2,67	2,72	BwW	1,100

[1]) L. Borowski: Wyniki badań laboratoryjnych 1929 i S. Lenczewski 1933. Nr. 52 X, 53 A, 291 A, 198 H, 266 M, 198 R, 57 C, 51 D, 268 E, 46 W, 48 E· Warszawa.

Duża naturalna ścieralność wapieni i dolomitów zostaje znacznie obniżona przy zastosowaniu lepiszcza bitumicznego i nie jest tak groźną dla trwałości nawierzchni.

Z tego też względu znajdujące się w wielu okolicach Polski dobre wapienie i dolomity mogłyby znaleźć zastosowanie jako materjał do poszczególnych typów nawierzchni bitumicznych

Tak jak dla piaskowców zgrupowano w załączonem zestawieniu szereg wapieni i dolomitów Polski i określono ich współczynnik emulgacji.

Powyższe zestawienie wskazuje, że pod względem emulgującym wapienie przedstawiają bardzo różnorodny materjał. I tutaj podobnie, jak w piaskowcach, wysoki współczynnik emulgacji wskazuje na domieszki gliniaste, które niezawsze ściśle zostają ustalone w badaniach petrograficznych. Za najwłaściwszy materjał z pośród wapieni do budowy dróg bitumicznych, w związku z wysokością współczynnika emulgacji, należy uznać dolomity oraz zbite krystaliczne wapienie (marmury).

Ze względu na częste stosowanie wapieni w postaci wypełniacza do ciężkich nawierzchni bitumicznych, należy wskazać, że jako materjał do ich otrzymywania mogą służyć poprzednio wymienione gatunki o współczynniku emulgacji poniżej 0,380.

Zakończenie.

Przeprowadzone w pracy niniejszej badania miały na celu przestudjowanie wpływu pyłu gliniastego lub też pyłu z nadwietrzałych materjałów kamiennych na bitum.

Mając na względzie praktyczny cel pracy nie zajmowano się głębiej ustaleniem, jakie składniki w glinach lub pyle niektórych materjałów kamiennych wpływają na wysokość współczynnika emulgacji.

Dziedzina ta stanowi pole do prac dalszych.

Przeprowadzone badania wykazały jednakże, że:

1. Największe współczynniki emulgacji posiadają gliny.

2. Działanie emulgujące materjałów kamiennych tem jest większe, im większy stopień zwietrzenia one wykazują lub im więcej zawierają części gliniastych.

Różne współczynniki emulgacji ustalone dla różnych gatunków glin niewątpliwie zależeć będą od zawartości w nich części kolloidalnych.

Badania przydatności materjałów kamiennych do budowy nawierzchni bitumicznych winny być zatem uzupełnione współczynnikiem emulgacji, stanowiącym sprawdzian świeżego stanu materjału, lub nieobecności domieszek gliniastych. Badania fizyczne, mechaniczne i petrograficzne, jak to wykazane zostało na porfirach i melafirach, piaskowcach i wapieniach, nie charakteryzują dostatecznie materjału kamiennego.

Przechodząc do praktycznych wniosków z przeprowadzonych badań omówimy pokrótce skutki wpływu emulgującego materjałów kamiennych w nawierzchniach bitumicznych typu lekkiego, średniego i ciężkiego oraz zreasumujemy wnioski.

Najprędzej stosunkowo emulgujące działanie złego materjału kamiennego uwidacznia się w nawierzchniach lekkich typów — przy powierzchniowem utrwalaniu, gdy do pogrubienia

istniejącej drogi (fundament) użyto niewłaściwego materjału lub też niewłaściwego grysu do zasypania rozlanego bitumu.

Podczas wałowania warstwy tłucznia powstaje miał i pył o własnościach emulgujących, który zapełnia wolne przestrzenie między ziarnami tłucznia.

Pod wpływem ruchu i wilgoci przedostaje się on w postaci pasty błotnistej bezpośrednio pod warstewkę rozlanego bitumu, atakując ją od spodu w sposób swoisty.

Zapas pasty emulgującej potęguje się na skutek ścierania się ziaren tłucznia i jest tak duży w stosunku do ilości rozlanego bitumu, że pod wpływem ruchu tworzy bardzo rozcieńczoną emulsję „BwW". Bitum zatraca swe własności wiążące, a opady atmosferyczne przyczyniają się do wytworzenia błota i ostatecznego zniszczenia pokrowca.

Bardzo charakterystycznym objawem tego stanu jest odchodzenie pokrowca od fundamentu całemi płatami i obecność od strony stykającej się z nawierzchnią brunatnej pasty, powstałej z wymieszanego bitumu z pyłem emulgującym w obecności wody.

Naprawa zepsutej nawierzchni jest bardzo trudna, gdyż ponowne położenie pokrowca prowadzi do ponownego zniszczenia na skutek gromadzenia się nowych zapasów pyłu emulgującego w fundamencie. Jedynie pogrubienie fundamentu warstwą dobrego tłucznia nie ujawniającego zdolności emulgujących i położenie na tem pokrowca jest wyjściem z sytuacji, lub też budowa na odcinku popsutym innego typu nawierzchni bez użycia lepiszcz bitumicznych np. makadamu cementowego — co zastosowane było z dobrym wynikiem na Śląsku.

Destrukcyjny wpływ materjału kamiennego o własnościach emulgujących jest znacznie powolniejszy w nawierzchniach bitumicznych typu średniego i ciężkiego.

Przy wgłębnych bitumowaniach, na skutek większych ilości użytego bitumu, otoczenia ziaren tłucznia, większej grubości nawierzchni, wreszcie jej nieprzepuszczalności dla wody, powstawanie pyłu emulgującego i jego wymieszanie z bitumem jest trudniejsze. Lecz i tu ono zachodzi stopniowo, głównie od góry, powodując tworzenie się zagłębień i wyboi oraz przedostawanie się wody i przedwczesne zniszczenie nawierzchni. W wyjątkowo korzystnej sytuacji drogi t. j. przy dobrem od-

wodnieniu i małym ruchu, wpływ emulgujący użytego materjału może tylko w stopniu nieznacznym odbić się na trwałości nawierzchni.

W nawierzchniach ciężkich ułożonych wg. sposobu betonowego, szczególniej niebezpieczne jest użycie wypełniacza o własnościach emulgujących.

Powoduje to bardzo szybkie ścieranie się nawierzchni i emulgację od góry w postaci ospowatości, wgłębień i przenikania wody.

Zastosowanie grysów nieodpowiednich (emulgujących, zwietrzałych) na skutek dobrego otoczenia ziaren bitumem i nieprzepuszczalności dla wody często dopiero po upływie dłuższego czasu (3—4 lata) daje znać o sobie w sposób swoisty. W trakcie pisania powyższej pracy autor miał możność przeprowadzania badań nawierzchni bitumicznej (asfaltobetonu) ułożonej w roku 1930, która dopiero w roku 1934 zaczęła ulegać psuciu i to w sposób bardzo gwałtowny.

Badania wykazały, że pierwotna 6 cm grubość nawierzchni zmalała do 3 cm, a przyczyną zepsucia był grys z jednego z poprzednio opisanych materjałów kamiennych o własnościach emulgujących posiadający przewagę ziaren zwietrzałych. Zauważono, że ziarna zwietrzałe otoczone były powłoką z masy zemulgowanego bitumu z pyłem na skutek czego nawierzchnia straciła swą zwięzłość i spoistość.

Wyniki badań pracy niniejszej dadzą się ująć w następujące wnioski:

1. Pył gliniasty wymieszany z wodą i bitumem powoduje tworzenie się emulsji bitumu w wodzie „BwW". Emulsja ulega rozcieńczeniu i wymywaniu, pod wpływem wody, bitum zaś zatraca swoje własności wiążące.

2. Podobne własności emulgujące w stosunku do bitumu ujawnia pył z materjałów kamiennych posiadających domieszki zwietrzałe o charaktyrze gliniastym, lub lepiszcze gliniaste.

3. Użycie do budowy fundamentu lub też właściwej nawierzchni bitumicznej materjału kamiennego posiadającego zanieczyszczenia gliniaste i ujawniającego zdolności emulgujące wpływa szkodliwie na trwałość nawierzchni i powoduje przedwczesne jej zniszczenie pod wpływem ruchu, na skutek zemul-

gowania i utraty własności wiążących użytego bitumu i naruszenia zwięzłości szkieletu mineralnego nawierzchni.

4. Badania materjałów kamiennych na przydatność do budowy nawierzchni bitumicznych winny być uzupełnione badaniami współczynnika emulgacji.

5. Do budowy nawierzchni bitumicznych, nie powinien być stosowany materjał kamienny o współczynniku wyższym ponad 0,380.

Na zakończenie mej pracy pragnę wyrazić gorące podziękowanie Panom profesorom M. Nestorowiczowi i T. Wojnie za zachętę i naukowe kierownictwo pracy oraz Panu inż. E. Nowakiewiczowi za umożliwienie mi praktycznego przestudjowania opisanych zjawisk na drodze.

RÉSUMÉ

Dans la note présente on'a mis en évidence les résultats des experiences sur l'influence destructive de certains materiaux pierreux sur les bitumes (goudrons et asphaltes).

Cette influence se manifeste comme l'émulgation du bitume de revêtement en presence de l'eau, par la poussière provenante de l'usure des pierres.

Ce phénomène provoque la perte du pouvoir liant du bitume, le delavage de ce dernier par l'eau atmospherique, la pénétration de l'humidité dans l'intérieur, l'afaiblissement des elements inerts et finalement la destruction du revêtement.

Le travail présent est basé sur les observations pratiques faites pendant la construction de divers types des revêtements bitumineux en Pologne.

On a constaté à diverses reprises, que le traitement superficiel des chaussées avec le bitume à chaud ou à froid (goudron ou asphalte) étant appliqué sur l'infrastructure composée de certains espèces des melaphyres, porphyres ou diabases (ou bien des graviers de ces roches) donnait des resultats tout à fait médiocres.

La surface se décomposait très rapidement.

En même temps on observait que le bitume employé comme liant était détaché du gravier et absorbé par la poussière de pieraille engendrée par la circulation. En presence de l'eau le mélange bitume-poussière se transformait en boue de couleur brunâtre ne possedant plus aucun pouvoir liant et se laissant facilement delaver du revêtement.

Il était évident que la poussière de ces materiaux pierreux jouait le rôle d'émulgateur,

Pénétrant sous forme d'une pâte humide sous le revêtement bitumineux la poussière provoquait son decollage de la fondation et facilitait la pénétration de l'eau, l'extraction du bitume, et son trituration par les vehicules. C'est ainsi que le revêtement bitumineux était totalement détruit dans un temps rélativement court.

L'emploi des materiaux sous forme de gravier et des fillers pour les revêtements bitumineux lourds, entrainait leur destruction à partir de la surface.

Dans un cas particulier à cause d'une circulation très lourde le revêtement a subi au bout de quelques semaines une déstruction complète.

Dans d'autres cas apparaissaient sur la chaussée des taches de couleur brunâtre d'une substance molle qui se laissait facilement entamer avec un couteau de poche et absorbait l'eau de pluie.

Sous l'influence de la circulation il se formait des enfoncements et des accumulations boueuses de la masse asphaltique emulgée.

Le revêtement, éxigait déjà au boût d'une année des réparations de la surface pour eviter la ruine complête.

Les résultats des recherches de laboratoire ayant pour bût de trouver les causes des phénomènes observés, peuvent être résumées de la manière suivante:

On peut obtenir la transformation du bitume en émulsion à base de l'eau par l'application, soit des émulgateurs solubles dans l'eau, par exemple d'une matière savoneuse, soit insolubles dans l'eau, comme par exemple l'émulsion de goudron dite „Kiton", connue dépuis longtemps (breveté par Raschig en 1907).

Cette émulsion contient 30% d'eau, 10% d'argile et 60% du goudron.

L'argile possède un pouvoir émulgateur. Dans la pratique routière courante on a constaté à diverses réprises l'influence néfaste exercée par les impuretés argileuses sur les liants bitumineux.

Pour détérminer d'une manière exacte les proprietés émulgatives de l'argile ou des materiaux pierreux se comportant de la même manière, l'auteur a introduit la notion d'un

„*Coëfficient d'émulgation*" qui est égal au nombre maximum des grammes du bitume transformés en émulsion par un gramme d'argile ou d'une autre substance pierreuse, manifestant la même capacité émulsive.

Les expériences ont été conduites de la manière suivante.

A une certaine quantité de poussière argileuse ou bien de poussière provenant d'une roche, placée dans un recipient de porcelaine aux parois rugueuses, on ajoute du bitume (goudron ou asphalte aprés avoir trituré le contenu en additionnant de l'eau jusqu'a la consistance d'une pâte épaisse; puis on triture encore une fois.

Le bitume et la poussière melangés ainsi, se transforment peu a peu en pâte homogéne qui se laissait diluer avec de l'eau en formant ainsi l'émulsion „bitume dans l'eau".

En y ajoutant graduellement du bitume, on arrive à la saturation et à la transformation subite de l'émulsion „bitume dans l'eau" en émulsion „l'eau dans le bitume".

Cette transformation est caractérisée par la coagulation du bitume sous forme de galets (pour l'asphalte) ou d'un liquide visqueux (pour le goudron).

L'émulsion ainsi obtenue ne peût plus être diluée d'avantage par l'eau.

On a établi ainsi que le coëfficient d'émulgation de l'argile est généralement élevé et oscille entre 1.7 — 5.5 conformément à la nature de l'argile.

Ensuite on a passé à l'examen des materiaux pierreux qui étaient la cause des mauvais résultats.

L'examen petrographique et l'examen des roches aux carrières ont demontrés que quand la roche était visiblement décomposée, les coëfficient d'émulgation atteignait la valeur de 1.00 et même la surppassait.

Les coëfficients analogues pour les granites frais et pour les basaltes étaient seulement de 0,330.

On a donc mis en evidence que l'action destructive de ces materiaux pierreux provient de la presence des produits argilleux de décomposition, qui provoquent l'émulgation du bitume.

La détermination du coëfficient d'émulgation devient ainsi le complement indisponsable aux éssais des materiaux

pierreux dont le but est de fixer leur convenance à la construction de revêtements bitumineux.

Dans la suite de l'étude on a déterminé les propriétés des plus importants materiaux pierreux de la Pologne.

On a déterminé leurs coëfficient d'émulgation et on a constaté que les composants argileux provoquent une augmentation du coëfficient d'émulgation aussi bien dans le roches éruptives que dans les roches sédimentaires (grès et calcaires).

III.

PRACE NORMALIZACYJNE

TRAVAUX DE STANDARDISATION

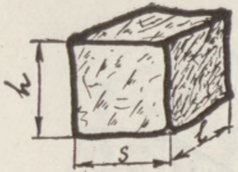
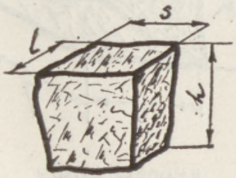
TREŚĆ

SOMMAIRE

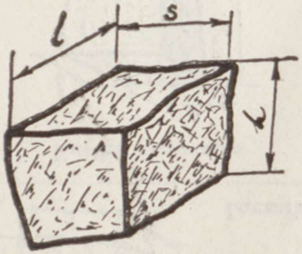
1. MATERJAŁY KAMIENNE.

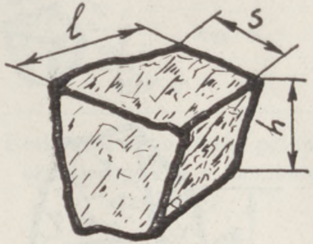
NORMALIZACJA NAZW I WYMIARÓW MATERJAŁÓW KAMIENNYCH DO CELÓW DROGOWYCH.[1])

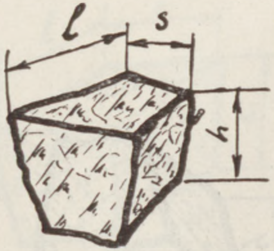
Brukowy materjał kamienny. Materiaux de pavage.

L. p.	NAZWA MATERJAŁU	Wymiary w cm. pow. górna Wysok. h	 Dług. l	 Szerok. s	UWAGI
1.	 Kostka regularna	18	18	18	Tolerancja wymiarów wysokości ± 7 mm
		16	16	16	„ „ długości ± 5 mm
	Rys. 1.	14	14	14	„ „ szerokości ± 5 mm
	Łączniki	h	1,5 l	s	
2.	Kostka zwyczajna	18	18	18	1. Cała figura kostki powinna się mieścić w prostopadłościanie zbudowanym na górnej powierzchni kostki jako podstawie.
		16	16	16	2. Tolerancja wysokości ± 5 mm.
		14	14	14	3. Tolerancja wymiarów długości boków powierzchni górnej (czoła) 5 mm.
		12	12	12	4. Forma powierzchni górnej (czoła) kwadrat. 5. Forma powierzni dolnej (piętki) czworobok. 6. Dopuszczalne wypukłości lub wklęsłości bocznych ścian do 3 mm.
		10	10	10	7. Dopuszczalne wypukłości lub wklęsłości powierzchni górnej (czoła) do 2 mm.
	Rys. 2.	8	8	8	8. Stosunek powierzchni górnej (czoła) do powierzchni dolnej (piętki) jak 4 : 3.
	Łączniki	h	1,5 l	s	9. Powierzchnia górna i dolna muszą być równoległe.

[1]) Normy ustalone przez Komisję Drogową Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

L. p.	NAZWA MATERJAŁU	Wymiary w cm. pow. górna			UWAGI
		Wysok. h	Dług. l	Szerok. s	
3.	Kostka rzędowa  Rys. 3.	18 16 14 12 10 8	s ≦ l ≦ 2 h	18 16 14 12 10 8	1. Cała figura kostki powinna się mieścić w prostopadłościanie zbudowanym na górnej powierzchni kostki jako podstawie. 2. Tolerancja wymiarów wysokości ± 5 mm. 3. Tolerancja wymiarów szerokości powierzchni górnej (czoła) ± 5 mm. 4. Forma powierzchni górnej (czoła) — prostokąt. 5. Forma powierzchni dolnej (piętki)—czworobok. 6. Dopuszczczalna wypukłość lub wklęsłość ścian bocznych do 3 mm. 7. Dopuszczalna wypukłość lub wklęsłość powierzchni górnej (czoła) do 2 mm. 8. Długość krawędzi dolnej powierzchni (piętki) może być mniejsza o 15 mm. od odpowiednich krawędzi powierzchni górnej (czoła). 9. Powierzchnia górna i dolna muszą być równoległe.

L. p.	NAZWA MATERJAŁU	Wymiary w cm. pow. górna			U W A G I
		Wysok. h	Dług. l	Szerok. s	
4.	Kostka nieregularna duża (półkostka duża)  Rys. 4.	16—20			1, Cała figura kostki powinna się mieścić w prostopadłościanie zbudowanym na górnej powierzchni kostki jako podstawie. 2. Forma powierzchni górnej (czoła) zbliżona do czworokąta o kątach nie mniejszych od 60⁰. 3. Stosunek powierzchni górnej (czoła) do powierzchni dolnej (piętki) powinien być nie większy niż 10 : 5. 4. Dopuszczalne wypukłości lub wklęsłości powierzchni górnej (czoła) do 5 mm. 5. Dopuszczalne wypukłości lub wklęsłości ścian bocznych do 7,5 mm. 6. Długość krawędzi powierzchni górnej (czoła) 0,8 h do h. 7. Maksymalne nachylenie wzajemne obu powierzchni poniżej 15⁰.

L. p.	NAZWA MATERJAŁU	Wymiary w cm. pow. górna			U W A G I
		Wysok. h	Dług. l	Szerok. s	
5.	Kostka nieregularna średnia (półkostka średnia)  Ryв. 5.	9—11 7 — 9			1. Cała figura kostki powinna się mieścić w prostopadłościanie zbudowanym na górnej powierzchni kostki jako podstawie. 2. Forma powierzchni górnej (czoła) zbliżona do czworokąta o kątach nie mniejszych od 60°. 3. Stosunek powierzchni górnej (czoła) do powierzchni dolnej (piętki) powinien być nie większy niż 10 : 5. 4. Maksymalne nachylenie obu powierzchni poniżej 15°. 5. Dopuszczalne wypukłości lub wklęsłości powierzchni górnej (czoła) do 5 mm. 6. Dopuszczalne wypukłości lub wklęsłości ścian bocznych do 7,5 mm. 7. Długość krawędzi powierzchni górnej (czoła) 0,8 h do h.

L. p.	NAZWA MATERJAŁU	Wymiary w cm. pow. górna Wysok. h	Dług. l	Szerok. s	U W A G I
6.	Kostka nieregularna drobna (półkostka drobna)  Rys. 6.	5 — 7 4 — 6 4 — 6	5 — 7 4 — 6 3 — 4	5 — 7 4 — 6 3 — 4	1. Cała figura kostki powinna się mieścić w prostopadłościanie zbudowanym na górnej powierzchni kostki jako podstawie. 2. Stosunek powierzchni górnej (czoła) do powierzchni dolnej (piętki) $\leq 4:3$.
7.	Brukowiec z kamienia polnego obrobionego lub z kamienia łamanego.  Rys. 7.	16 — 20			1. Powierzchnie boczne muszą być płaskie i kształt kamienia powinien się mieścić w prostopadłościanie zbudowanym na powierzchni górnej jako podstawie. 2. Dolna powierzchnia nie może być mniejsza od 0.2 górnej powierzchni i kąt nachylenia obu powierzch. nie może być większy od 30^0. 3. Najwyższy wymiar linjowy powierzchni górnej nie może być większy od h. 4. Powierzchnia górna ma wynosić nie mniej 10 h w cm^2. 5. Wypukłości lub wklęsłości na powierzchniach bocznych do 2 cm. 6. Wypukłości lub wklęsłości na powierzchni górnej (czole) do 1 cm.
8.	Brukowiec zwykły z kamienia polnego niepłytowanego lub częściowo płytowanego.	16 — 20			1. Powierzchnia górna (czoło) powinna być w przybliżeniu prostopadła do kierunku największego wymiaru (wysokości).

KRUSZYWO.

Les produits de concassage des matiaux pierreux.

Rozdrobniony materjał kamienny nosi nazwę **kruszywa**.

Rodzaje kruszywa.

1. Kruszywo naturalne.

2. Kruszywo tłuczone { a) ze skał; b) z materjałów sztucznych.

1. Kruszywo naturalne.

Nr.	Nazwa materjału	Dla robót [1]) drogowych otwory sit	Dla robót betonowych i żelbetow. otwory sit	U w a g i
1.	Pył	# 0,0—0,25 mm	# 0,0—0,1 mm	
2.	Piasek drobny Piasek . . .	 # 0,25—2,0 mm	# 0.1—0,5 mm # 0,5—2,0 mm	1. Kopalny, rzeczny, morski, wydmowy. 2. Przy charakterystyce piasku należy podawać pochodzenie.
3.	Żwirek . . .	# 2— ∅ 5 mm	# 2 — # 4 mm	1. Pochodzenie — kopalny lub rzeczny.
4.	Żwir drobny . Żwir średni . Żwir gruby .	∅ 5 — 16 mm ∅ 16 — 25 mm ∅ 25 — 50 mm	∅ 5 — 10 mm ∅ 10 — 20 mm ∅ 20 — 40 mm na żądanie ∅ 20—31,5 mm	1. Pochodzenie — kopalny lub rzeczny. 2. Przy charakterystyce materjału należy podawać pochodzenie.
5.	Pospółka średnia (Żwir nieodsiany średni) Pospółka gruba (Żwir nieodsiany gruby)	0 — ∅ 25 mm 0 — ∅ 50 mm	 0 — ∅ 40 mm na żądanie 0 — ∅ 31,5 mm	1. Kruszywo naturalne w stanie niesegregowanym, rzeczne lub kopalne stanowiące mieszaninę ziaren różnej grubości do pyłu włącznie.
6.	Otoczaki drobne	∅ 50 — 80 mm	∅ 40 — 80 mm	1. Pochodzenie — kopalne, rzeczne lub polne.
7.	Otoczaki . .	powyż. ∅ 80 mm	pow. ∅ 80 mm	1. Pochodzenie — kopalne, rzeczne lub polne.

[1]) Za wyjątkiem betonu cementowego.

2. Kruszywo tłuczone.

Nr.	Nazwa materjału	Dla robót[1]) drogowych otwory sit	Dla robót betonowych i żelbetow. otwory sit	U w a g i
1.	Pył		♯ 0 — 0,1 mm	
	Mączka . . .	♯ 0—0,25 mm		
2.	Miał drobny .		♯ 0,1—0,5 mm	
	Miał	♯0,25—2,0 mm	♯ 0,5—2,0 mm	
3.	Grysik . . .	♯ 2— ∅ 5 mm	♯ 2 — ♯ 4 mm	1. Zwykły lub granulowany. 2. Przy charakterystyce materjału należy podać sposób obróbki.
4.	Grys drobny .	∅ 5 — 16 mm	∅ 5 — 10 mm	1. Zwykły lub granulowany. 2. Przy charakterystyce materjału należy podać sposób obróbki.
	Grys śreeni .	∅ 16 — 25 mm	∅ 10 — 20 mm	
5.	Grys nieodsiany	0 — ∅ 25 mm		
6.	Tłuczeń drobny	∅ 25 — 50 mm	∅ 20 — 40 mm na żądanie ∅ 20—31,5 mm	
	Tłuczeń gruby	∅ 50 — 80 mm	∅ 40 — 80 mm	

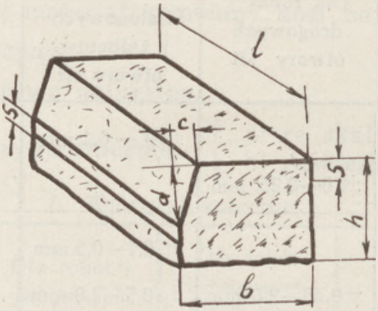
U w a g a. Wielkość ziaren określa się rodzajem sit, przez które ziarna przechodzą, względnie na którem pozostają.

Przy przesiewaniu kruszywa należy używać: do 4 mm — sit tkanych o oczkach kwadratowych, oznaczonych znakiem ♯ od 5 mm wzwyż — sit perferowanych o otworach okrągłych, oznaczonych znakiem ∅.

[1]) Za wyjątkiem betonu cementowego.

NORMALIZACJA KRAWĘŻNIKÓW.

Typ A.

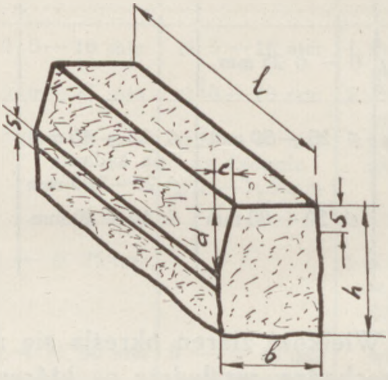


Rys. 8.

T a b l i c a I.

Oznaczenie	Wymiary w centymetrach				
	b	h	c	d	l
A I	35	25	4	12 — 15	80 — 50
A II	30	25	4		
A III	25	25	4		
A IV	20	25	4		

Typ B.

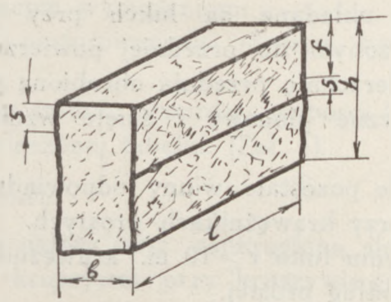


Rys. 9.

T a b l i c a II.

Oznaczenie	Wymiary w centymetrach				
	b	h	c	d	l
B I	20	30	4	15 — 18	80 — 50
B II	18	35	4		
B III	15	35	3		

Typ C.



Rys. 10.

T a b l i c a III.

Oznaczenie	Wymiary w centymetrach			
	b	h	f	l
C I	12 — 15	30 — 35	20 — 18	80 — 50
C II	10 — 12	30 — 35	18 — 15	

Typ D.

Krawężniki z kostki rzędowej lub nieregularnej, wtopione w nawierzchnię.

Obróbka krawężników.

Powierzchnia górna oraz wystająca część powierzchni przedniej winny być obrobione gładko bez żadnych skaz i zadraśnięć.

Powierzchnie boczne winny być pionowe i również gładko obrobione.

Powierzchnie pozostałe mogą być chrapowate i ociosane zgrubsza; jednak warunek ich wzajemnej równoległości ewent. prostopadłości winien być zachowany.

Na górnej części powierzchni tylnej i na powierzchni przedniej poniżej wymiaru „d" lub „f" (rys. 8 i 9) winny być obrobione gładko opaski 5-cio centymetrowej szerokości.

Dopuszczalne odchyłki w wymiarach dla typu A) i B) nie mogą przekraczać ± 1,5 cm., dla typu zaś C) ± 2,5 cm.

Krawężniki łukowe.

Krawężniki układane na łukch przy promieniu łuku r. $\leq$ 10 m., mierzonym do przedniej powierzchni krawężnika, winny mieć powierzchnię przednią obrobioną podług łuku koła, powierzchnie boczne pionowe i ścięte wzdłuż zewnętrznych promieni łuku.

Powierzchnie pozostałe winny odpowiadać takim samym warunkom, jak przy krawężnikach prostych.

Przy promieniu łuku r $\geq$ 10 m. krawężniki łukowe mogą być obrabiane podług prostej.

SPRAWDZANIE WYMIARÓW MATERJAŁÓW KAMIENNYCH.

Les méthodes de contrôle des dimentions des materiaux pierreux.

Sprawdzanie wymiarów materjałów kamiennych przeprowadza się przy pomocy sit, szablonów i miarki.

1. Sit używa się do sprawdzania wymiarów kruszywa o wielkości ziaren poniżej 25 mm w laboratorjach badawczych, przy analizach rozjemczych, przy badaniach kruszywa w laboratorjach kontrolnych i ruchowych, przy kontroli dostaw kruszywa.

2. Szablonów używa się przy kontroli dostaw na miejscu budowy, do sprawdzania wymiarów ziaren kruszywa od 25 mm wzwyż.

3. Miarki używa się do sprawdzania wymiarów brukowych materjałów kamiennych przy kontroli dostaw na miejscu budowy oraz przy analizach rozjemczych.

Wykonanie pomiarów.

1. Sita. Do sprawdzania wymiarów kruszywa w warunkach wyszczególnionych w pkt. 1 używać należy sit: do 4 mm— sit tkanych o oczkach kwadratowych, od 5 mm wzwyż sit perferowanych o otworach okrągłych.

Sita tkane o oczkach kwadratowych odpowiadać powinny normom sit kontrolnych Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Do czasu ostatecznego zatwierdzenia projektu sit kontrolnych P. K. N. zaleca się na okres przejściowy (do odwołania) używanie sit tkanych amerykańskich wg. United States Bureau of Standart Sieves for Testing Purposes.

Sita perforowane o otworach okrągłych odpowiadać powinny następującym wymaganiom:

Blacha sit perforowanych powinna być stalowa, otwory okrągłe.

Zestawienie średnic otworów, grubości blachy i ustawienia otworów wg. załączonej tabelki. (Zał. 1).

Analiza sitowa.

Do analizy należy użyć zaokrągloną ilość gramów wysuszonego w 110^0 kruszywa: przy kruszywie grubszem 2,5—5 kg, przy piasku i mączce 250 g. Jeżeli nie ma specjalnych wskazówek, przesiewanie kruszywa należy uskuteczniać przez sita o zmniejszających się kolejno wymiarze otworów. Frakcję kruszywa, jaka przeszła przez dane sito oznacza się przez odjęcie od pierwotnego ciężaru wsypanego do sita kruszywa, pozostałości na sicie oraz ziarn uwolnionych z oczek siatki przez przetarcie sztywnym pędzlem odwróconego nad papierem sita.

2. *Szablony.* Do sprawdzania wymiarów ziaren kruszywa naturalnego i tłuczonego w warunkach wyszczególnionych w pkt. 2 używa się 2-ch szablonów wyciętych z blachy o grubości 2 mm. Na szablonach powinny być umieszczone odpowiednie napisy dotyczące granicznych wymiarów i warunków, jakim materjał danego gatunku odpowiadać powinien. Wzory szablonów patrz zał. 2. Pomiar przeprowadza się zgodnie ze wskazówkami podanemi na każdym szablonie.

3. *Miarki.* Do sprawdzenia wymiarów brukowych materjałów kamiennych używa się miarki centymetrowej.

Załącznik 1.

Tabela sit perforowanych o otworach okrągłych.

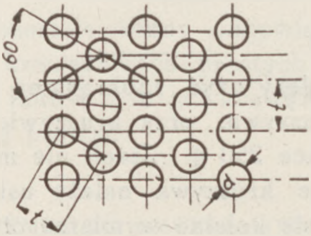
Średnica otworu d w mm	Tolerancja mm	Odległość środków otworów t	Grubość blachy w mm
5	$\pm$ 0.20	9	1.0
10	$\pm$ 0,40	15	1,5
16	$\pm$ 0.45	24	1,5
20	$\pm$ 0,50	30	1.5
25	$\pm$ 0,60	38	1,5
31,5	$\pm$ 0.70	46	2,0
40	$\pm$ 0.85	60	2 0
50	$\pm$ 1.00	70	2,5
80	$\pm$ 1,50	106	2,5

Uwagi.

Po sztancowaniu blachy nie mogą być walcowane.

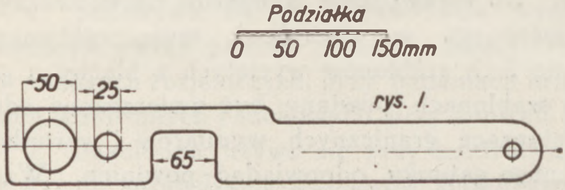
Przy zakładaniu w ramy blachę należy umieścić stroną gładką ku górze (od strony nasypywania).

Ustawienie otworów sit winno być następujące:



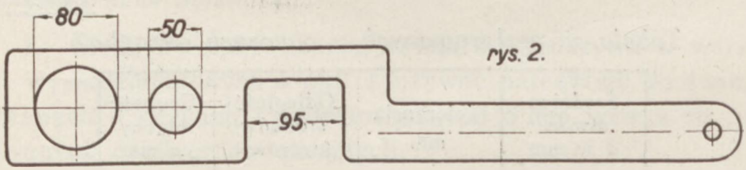
Załącznik 2

Szablony do sprawdzania wymiarów ziaren kruszywa.



max. 5% może nie przejść przez ∅ 50 mm
max. 15% może przejść w każdym kier. przez ∅ 25 mm
min. 65% musi mieć najmn. wym. między 25 i 50 mm
max. 20% może mieć najdł. wymiar ponad 65 mm

Rys. 1. Dla żwiru grubego odsianego i tłucznia drobnego (Próbka do zbadania min. 40 kg).



max. 5% może nie przejść przez ∅ 80 mm
max. 15% może przejść w każdym kierunku przez ∅ 50 mm
min. 65% musi mieć najmniejszy wym. między 50 i 80 mm
max. 20% może mieć najdłuższy wym. ponad 95 mm

Rys. 2. Dla tłucznia 50 ÷ 80 i kamieni drobnych. (Próbka do zbadania min. 40 kg).

2. LEPISZCZA BITUMICZNE.

SMOŁY DROGOWE.[1])

Les goudrons pour les routes.

I. Pochodzenie i definicja.

Smoły otrzymane przy destylacji węgla kamiennego w koksowniach lub gazowniach i odpowiednio przerobione dla celów drogowych noszą nazwę smół drogowych.

W zastosowaniu do potrzeb drogowych uwzględnia się następujące gatunki smół drogowych i preparatów smołowych:

1. Smoła Nr. I A do użytku powierzchniowego (S. I. A.).
2. „ „ I B „ „ „ (S. I. B.).
3. Smoła Nr. II do użytku wgłębnego (S. II).
4. Smoła stabilizowana do użytku powierzchniowego (S. St. I).
5. „ „ „ „ wgłębnego (S. St. II).
6. „ „ do ciężkich nawierzchni smołowych (S. St. III).
7. Smoła do użytku na zimno (S. Z.).
8. Smoła stabilizowana do użytku na zimno (S. Z. St.).

II. Cechy charakterystyczne.

Cechy charakterystyczne i zastosowanie wymienionych powyżej smół są podane poniższej tablicy.

---

[1]) Rewizja norm C 501 ustalona przez Podkomisję lepiszcz bitumicznych Komisji Drogowej w dniu 28 i 29 III.34 r.

A. *Smoły zwykłe.*

L. p.	Wyszczególnienie	Smoły powierzchniowe S. I.		Smoła wgłębna S. II.	Uwagi
		S. I. A.	S. I. B.	S. II.	
1.	Gęstość w 25° do .	1.220	1.240	1.240	
2.	Woda wagawo do .	0,5%	0,5%	0,5%	
3.	Destylaty (oleje lekkie) poniżej 170° wraz z wodą wagowo do	1.00%	1.00%	1.00%	
4.	Destylaty (oleje średnie) od 170 — 270° wagowo	6—12%	3—10%	3—10%	
5.	Destylaty (oleje ciężkie) od 270 — 300° wagowo	4—12%	6—12%	6—12%	
6.	Destylaty (oleje antracenowe) od 300—350° wagowo . .	15—28%	15—27%	15—27%	Przekroczenie górnej granicy dopuszczalne.
7.	Pak pozostały wagowo	55—65%	60—70%	60—70%	
	Temp. mięknienia paku wg. K. S. . .	60—75°	60—75°	60—75°	
8.	Fenole objętościowo do	4%	4%	4%	Suma strat przy dest. nie wyżej 1%.
9.	Naftalen wagowo do	4%	4%	4%	
10.	Antracen surowy wagowo do	3,5%	3,5	3,5%	
11.	Węgiel wolny wagowo	5—16%	5—18%	5—18%	
12.	Wiskoza konsystomierzem wg. B. T. A. w 30°	10—17 sek.	20—60 sek.	60—100 sek.	

Zastosowanie.

Smoła powierzchniowa S. I. A. — do użytku powierzchniowego w warunkach wymagających zastosowania smoły rzadkiej (niska temperatura i t. p.).

Smoła powierzchniowa S. I. B. — do użytku powierzchniowego w warunkach normalnych.

Smoła wgłębna S. II. — do użytku wgłębnego.

Uwaga. Smoły powyżej wymienione są produktami wyjściowemi do stabilizacji i zestawienia smół do użytku na zimno.

B. *Smoły stabilizowane.*

L. p.	Wyszczególnienie	Smoły stabilizowane		Smoła stabilizowana do ciężkich nawierzchni
		powierzch. S. St. I.	wgłęb. S. St. II.	S. St. III.
1.	Gęstość w 25^0	1,220	1,240	1,240
2.	Woda wagowo do	0,5%	0,5%	0,5%
3.	Destylaty (oleje lekkie) pon. 170^0 wraz z wodą wag. do .	W normy nie ujęte.		
4.	Destylaty (oleje średnie) od $170—270^0$ wagowo			
5.	Destylaty (oleje ciężkie) od $270—300^0$ wagowo	W wynikach analiz % zawartość poszczególnych frakcyj należy podawać.		
6.	Destylaty (oleje antracenowe) od $300—350^0$ wagowo . . .			
7.	Pak pozostały wagowo . . .			
	Temp. mięknienia paku wg. K.S.			
8.	Fenole objętościowo do . . .	4%	4%	4%
9.	Naftalen wagowo do	4%	4%	4%
10.	Antracen surowy wagowo do .	3,5%	3,5%	3,5%
11.	Węgiel wolny wagowo . . .	—	—	—
12.	Wiskoza konsyt. B.T.A. w 30^0 .	20—60 sek.	60—120 sek.	120—250 sek.
13.	Zawartość asfaltu wagowo . .	15—20%	15—20%	15%
14.	Wygląd obrazu mikroskopowego w powiększeniu 500—600 krotn. po 24 godzinach.			

Zastosowanie.

Smoła stabilizowana powierzchniowa S. St. I. — do użytku powierzchniowego.

Smoła stabilizowana wgłębna S. St. II. — do użytku wgłębnego.

Smoła stabilizowana do ciężkich nawierzchni S. St. III. — do ciężkich nawierzchni (np. smołobetony).

C. *Smoły do użytku na zimno.*

L. p.	Wyszczególnienie	Smoły do użytku na zimno	
		Smoła zwykła S. Z.	Smoła stabilizowana S. Z. St.
1.	Gęstość w 25^0	—	—
2.	Woda wagowo do	0,5%	0,5
3.	Zawartoćć olejów ciężkich i antracenowych (destylaty od $270—350^0$)	>16%	>16%
4.	Zawartość paku	>40%	>50%

L. p.	Wyszczególnienie	Smoły do użytku na zimno	
		Smoła zwykła S. Z.	Smoła stabilizowana S. Z. St.
5.	Temp. mięknienia paku wg. K. Sar.	60—75°	—
6.	Fenole z frakcji 170—270° do . .	3%	3%
7.	Naftalen z frakcji 170—270° do . .	3%	3%
8.	Antracen do	3%	3%
9.	Wolny węgiel	4—16%	—
10.	Temp. zapłonienia wg. Pensky-Martens'a	podawać	podawać
11.	Wiskoza w temp. 30° konsystomierzem (przekrój otworu wyciekowego 4 mm)	<20 sek.	20—60 sek.
12.	Zdolności wiążące	podawać	podawać
13.	Zachowanie się w wodzie	podawać	podawać
14.	Odparowalność	podawać	podawać

Zastosowanie.

Smoła zwykła do użytku na zimno S. Z. — do drobnych napraw i do otaczania materjału kamiennego na zimno.

Smoła stabilizowana do użytku na zimno S. Z. St. — do drobnych napraw i do otaczania materjału kamiennego na zimno.

III. Metody badań.

A. *Smoły zwykłe.*

Rozpieczętowanie i otwieranie naczyń z próbkami uskuteczniać bezpośrednio przed przystąpieniem do analizy. Każdą nadesłaną próbkę badać oddzielnie. Niezbędne jest wymieszanie zawartości naczynia zawierającego próbkę przed pobraniem materjału do któregokolwiek z poniżej przytoczonych oznaczeń.

1. *Ciężar właściwy.*

Ciężar właściwy w temp. 25° określać areometrem o podziałce do 0.001, cechowanym przez Główny Urząd Miar w 25°.

Współczynnik przeliczenia ciężaru właściwego wynosi 0,0007 na każdy stopień powyżej lub poniżej 25°.

2. *Oznaczenie zawartości wody.*

Wodę oznaczać sposobem ksylenowym Schläpfer'a w 100 g smoły. Oznaczenie wykonywać tylko w przypadku, jeżeli

przy destylacji procentowa zawartość olejów lekkich wraz z wodą do 170° przekroczy przepisane granice.

Wykonanie: przyrząd do oznaczania wilgoci metodą Schlepfer'a składa się z miedzianej lub szklanej (ze szkła Pyrex) kolby Erlenmayera o pojemności 300 cm³, umieszczonej na łaźni piaskowej. Kolbę łączy się z chłodnicą, ustawioną pionowo, zapomocą rurki o średnicy 8 — 10 mm zgiętej dwukrotnie i zwykłego korka w najlepszym gatunku. Chłodnica ma wymiary następujące: całkowita długość rurki wewnętrznej łącznie z częścią rozszerzoną 600 mm, średnica 8 — 10 mm; końce rurki łączącej kolbę Erlenmayera i chłodnicy są ścięte ukośnie, przyczem końce nie powinny wystawać daleko poza korki. Koniec chłodnicy wchodzi do przykrytego krążkiem papierowym cylindra, w którym zbiera się destylat i woda, ilość której określa się przez odczytanie na skali odbieralnika. Górna średnica cylindra wynosi 40 mm, pojemność dolnej rurki 6 cm³, średnica 6 mm; podziałki co 1/20 cm³.

Do oznaczenia odważyć w starowanej kolbie na wadze technicznej 100 g smoły z dokładnością do 0,1 g. Następnie dodać 200 cm³ ksylenu, nasyconego wodą, dobrze skłócić i poddać destylacji. Pierwsze 30cm³ mieszaniny wody i ksylenu odpędzić powoli, poczem ogrzewać mocniej, aby w ciągu 30 min. przedestylować 150 cm³. Oznaczenie jest wówczas ukończone. Kolbę i rurkę łączącą kolbę z chłodnicą okryć w czasie destylacji płaszczem z papieru azbestowego. Przez chłodnicę przepuścić powolny strumień wody.

Przy oznaczaniu konieczne jest przestrzeganie jak największej czystości cylindra i chłodnicy (do brudnych ścianek przylegają krople wody, które nie dają się usunąć całkowicie zapomocą np. piórka gęsiego, zwilżonego ksylenem).

Chłodnice i cylinderki miarowe po umyciu mieszaniną chromową oczyścić, nie spłókując resztek mieszaniny, strumieniem pary przy pomocy przyrządu do parowania. Gorący jeszcze cylinder osuszyć prądem powietrza, przesączonego przez rurkę z watą.

Prawidłowość pomiaru wymaga wprowadzenia poprawki, uwzględniającej straty wody w czasie destylacji. Poprawkę oznaczyć dla każdego cylindra, biorąc do kolby destylacyjnej po 20 cm³ ksylenu oraz po 0,5 — 1, 0,5 — 2 cm³ wody i odczytać ilość wody po destylacji w danym cylindrze.

Destylacja.

Ilość smoły potrzebnej do destylacji 500 g.

a) naczynie do destylacji — kolba miedziana wg. załączonego rysunku 1.

b) Termometr Engler'a[1]).

c) Chłodnica-rura szklana długości 800 mm, o średnicy 20 mm. Pochylenie chłodnicy takie, aby wylot znajdował się o 10 cm poniżej wlotu.

d) Odbieralniki. Dla frakcji I do 170° wytarowany cylinderek szklany o pojemności 10 cm³ z podziałką co 0,1 cm³. Inne frakcje zbierać w wytarowane odbieralniki o możliwie szerokich szyjkach. Zestawienie aparatu destylacyjnego wg. rysunku 1.

Destylacje uregulować w taki sposób, żeby na sekundę przechodziły dwie krople. Poszczególne frakcje zbierać oddzielnie i ważyć.

Zmiana odbieralników następuje przy przepisanych temperaturach bez przerywania procesu destylacji. Destylację zakończyć wówczas, gdy termometr wskazuje temperaturę 350°, zaś otrzymany pak posiada punkt mięknienia w granicach 60 — 75°. Jeżeli w tych warunkach jest niemożliwe otrzymanie paku o takich własnościach — destylację przerwać poniżej lub też powyżej 350°.

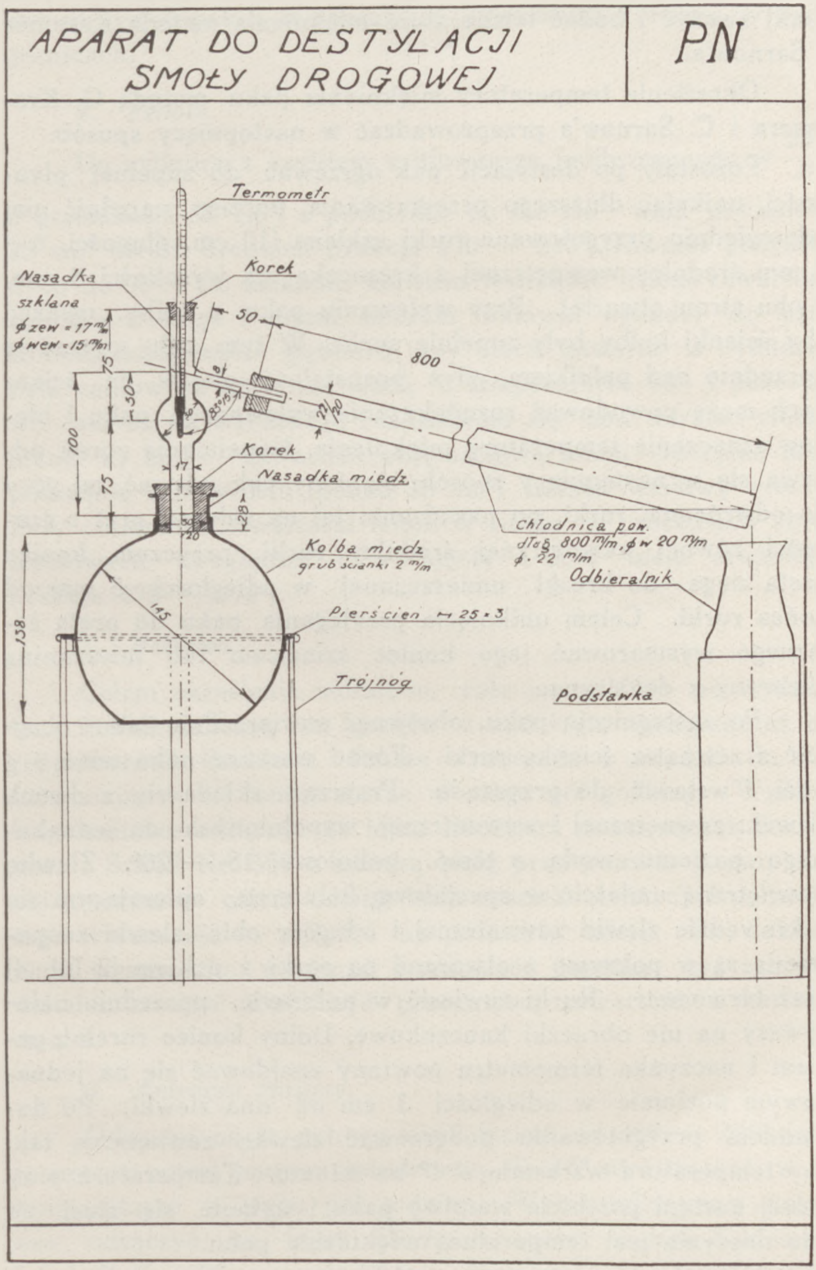
Destylaty od 300 — 350° określa się jako oleje antracenowe. Wodę zbierającą się wraz z olejami lekkimi I frakcji (do 170°) oznaczać przez dokładne odczytanie jej objętości,

---

[1]) Dane dotyczące termometru Englera. Termometr do destylacji wyżej wrzących produktów o skali 0 — 360°. Wymiary tego termometru są następujące:

Zasięg podziałki.	Podzielony	Długość podziałki	Długość termometru	Odległość st. 0° od nacz.	Średnica termometru	Naczyńko rtęciowe		Odległość do 100° C.
						⌀	długość	
0—360°	1°	200±10	340±10	80±2	7±1	5±0,5	8±2	55—58

Termometr powinien być wykonany ze szkła Jena 59 III lub innego równowartościowego, sztucznie postarzanego, o skali wewnętrznej i cechowany przy całkowirem zanurzeniu.


APARAT DO DESTYLACJI SMOŁY DROGOWEJ
PN
Termometr
Korek
Nasadka szklana
ϕ zew = 17 m/m
ϕ wew = 15 m/m
50
800
Korek
Nasadka miedz
Chłodnica pow.
dług. 800 m/m, ϕ w 20 m/m
ϕ. 22 m/m
Kolba miedz
grub ścianki 2 m/m
Odbieralnik
Pierścien 25 × 3
Trójnóg
Podstawka
145
138
100
75
30
17
28

Rys. 1.

przyjmując ciężar 1 $cm^3 = 1$ g. Pozostałość podestylacyjną (pak) zważyć i badać temperaturę mięknienia metodą Kraemer i Sarnow'a.

Określenie temperatury mięknienia paku metodą G. Kraemera i C. Sarnow'a przeprowadzać w następujący sposób:

Pozostały po destylacji pak ogrzewać do zupełnej płynności, unikając dłuższego przegrzewania, poczem napełnić nim odpowiednio przygotowane rurki szklane (10 cm. długości, 6—7 mm średnicy wewnętrznej z kreseczką na wysokości 5 mm, z obu stron otwarte). Przy wylewaniu paku z kolby, uważać aby ścianki kolby były zupełnie suche. W tym celu ogrzać je uprzednio nad palnikiem, gdyż pozostałość olejów na ściankach może powodować rozmiękczanie wylewanego paku i błędne oznaczenie temperatury mięknienia. Napełnianie rurek odbywa się w następujący sposób: stopiony pak wlewać od góry do odwróconej rurki, po nasadzeniu jej na żelazny pręt o grubości równej wewnętrznej średnicy rurki, przyczem koniec pręta sięga do kreski umieszczonej w odległości 5 mm od końca rurki. Celem uniknięcia przylegania paku do pręta żelaznego. wysmarować jego koniec szmalcem lub mieszaniną gliceryny z dekstryną.

Po zastygnięciu paku, obrównać powierzchnię paku i oczyścić z zewnątrz ściankę rurki. Ponad warstwę paku wlać 5 g rtęci i wstawić do przyrządu. Przyrząd składa się z dwóch zlewek: zewnętrznej i wewnętrznej, wypełnionych do jednakowego poziomu wodą o temp. pokojowej 18 — 20°. Zlewkę wewnętrzną umieścić w specjalnym kołnierzu, opierającym się o krawędzie zlewki zewnętrznej i od góry obie zlewki zaopatrzone są w pokrywę z otworami na rurki z pakiem (2 lub 4) oraz termometr. Rurki zawiesić w pokrywie, uprzednio nałożywszy na nie obrączki kauczukowe. Dolny koniec rurek z pakiem i naczyńka termometru powinny znajdować się na jednakowym poziomie w odległości 3 cm od dna zlewki. Po dokładnem przygotowaniu podgrzewać zlewkę zewnętrzną tak, aby temperatura wzrastała o 1° na minutę. Temperatura przy której nastąpi przebicie warstwy paku i wylanie się rtęci na dno naczynia jest temperaturą mięknienia paku.

Dokładność oznaczenia: $\pm$ 1,5°.

Jeżeli temperatura mięknienia wg. G. Kraemer'a i C. Sar-

now'a nie leży w granicach 60 — 75°, destylację powtórzyć, aby otrzymać pak o temperaturze mięknienia, leżącej w tych granicach.

4. Fenole.

Do cylindra z korkiem szlifowanym kalibrowanego w $\frac{20^0}{4^0}$ o pojemności 50 cm³ z podziałka co 0,2 cm³ wlać dokładnie 25 cm³ olejów średnich (frakcja 170 — 270°), również podgrzanych do 50°. Po zatkaniu korkiem wstrząsać mocno zawartość cylindra w ciągu 5 minut, poczem wstawić cylinder do łaźni wodnej dostatecznie głębokiej, aby ciecz zawarta w cylindrze była całkowicie otoczona wodą o temperaturze 50° i pozostawić tam aż do wyraźnego rozdzielenia się obu warstw cieczy (około 20 min.). Zawartość objętościową fenoli odczytać bezpośrednio z przyrostu (ponad 25 cm³) dolnej warstwy cieczy. Przy obliczeniu zawartości fenoli w smole w procentach objętościowych uwzględnić c. wł. smoły i ilość oleju średniego (frakcja 170 — 270°).

5. Naftalen.

Celem określenia naftalenu, całą pozostałość po wydzieleniu fenoli, zebraną na gorąco z nad ługu, podgrzać aż do rozpuszczenia naftalenu, dobrze wymieszać i ostudzić do 15°, utrzymując w tej temperaturze w ciągu pół godziny. Wydzielony naftalen odsączyć na lejku Büchnera przez sączek Schleicher i Schüll Nr. 597 z opaską białą przy pomocy pompy ssącej, poczem — celem odciągnięcia resztek oleistych i całkowitego wysuszenia — wyłożyć na porowaty talerz. Po dokładnem wysuszeniu, wycisnąć i rozgnieść łopatką, zaś zebrany naftalen zważyć i obliczyć procentową zawartość w badanej smole.

6. Antracen surowy.

Odważyć około połowy ilości frakcji od 300 — 350° (oleje antracenowe) poczem ostudziwszy do 15° utrzymywać w tej temperaturze w ciągu pół godziny. Wykrystalizowany antracen odsączyć na lejku Büchnera przez sączek Schleicher i Schüll Nr. 597 z opaską białą przy pomocy pompy ssącej, poczem — celem odciągnięcia resztek oleistych i całkowitego

wysuszenia — wyłożyć na porowaty talerz. Po dokładnem wysuszeniu, wycisnąć i rozgnieść łopatką, zaś zebrany antracen zważyć poczem obliczyć procentową zawartość w badanej smole.

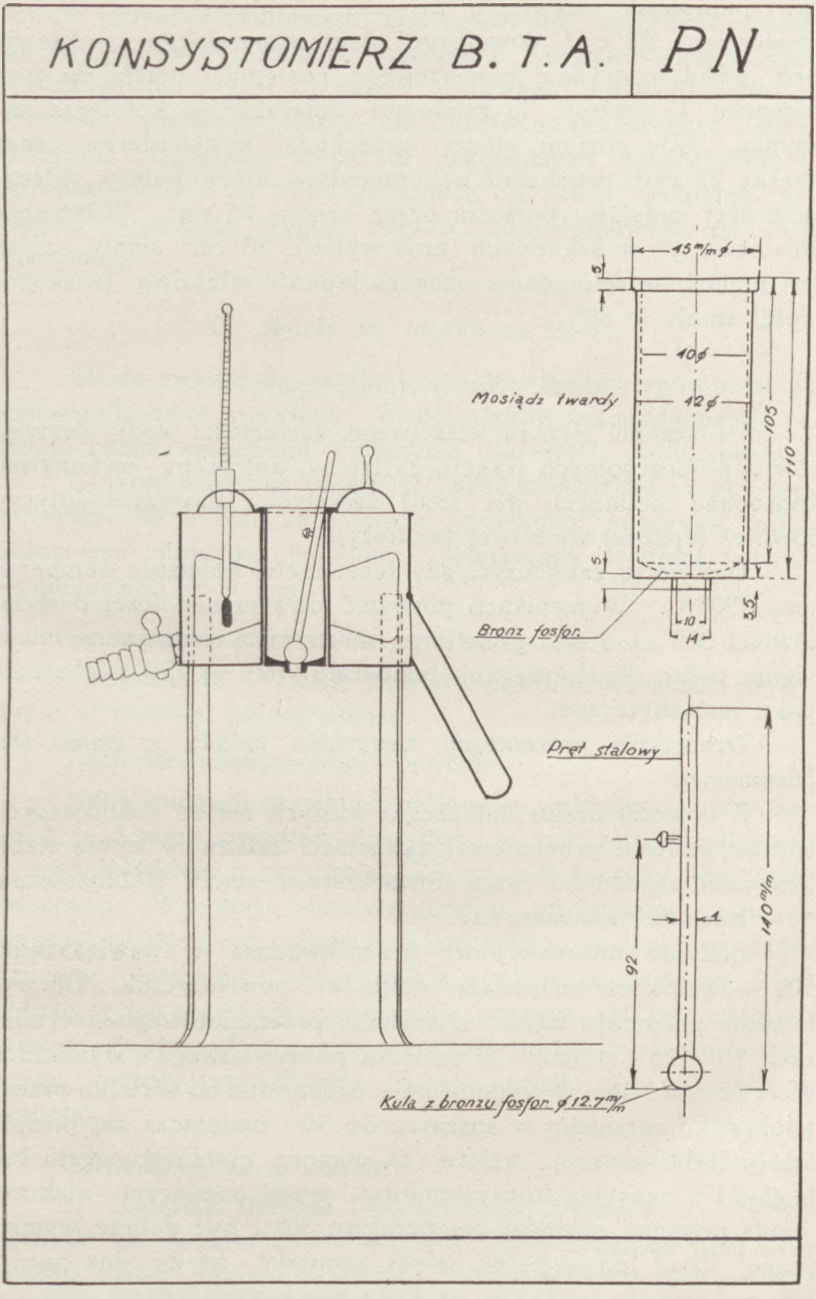
7. Wolny węgiel.

2 g smoły rozpuścić w tarowanej kolbie Erlenmayera w 50 cm^3 chemicznie czystego benzenu. Po osadzeniu się wolnego węgla, zlać ostrożnie benzen przez sączek Schleicher i Schüll Nr. 597 z białą opaską o średnicy 12.5 cm uprzednio przemyty benzenem, wysuszony w suszarce w temperaturze 105^0 i dokładnie zważony. Wolny węgiel starannie przemyć benzenem, przenieść na sączek i przemyć powtórnie najmniej w 500 cm^3 gorącego benzenu. Całkowita ilość przemytego benzenu powinna wynosić przynajmniej 600 cm^3. Sączek wraz z osadem wysuszyć w 105^0, zważyć i obliczyć procentową zawartość wolnego węgla w badanej smole.

Wszystkie ważenia sączków wykonywać w zamkniętym naczyniu wagowem. Jeżeli na ściankach kolby Erlenmayera w której uskuteczniane było rozpuszczanie smoły, pozostaje jakikolwiek osad — zważyć kolbę powtórnie po wysuszeniu w 105^0 i przyrost ciężaru dodać do ilości otrzymanego wolnego węgla.

8. Lepkość właściwa (wiskoza) przy pomocy konsystomierza B. T. A.

Konsystomierz B. T. A. wg. rys. 2. Naczyńko pomiarowe konsystomierza oczyścić za pomocą odpowiedniego rozpuszczalnika i starannie wysuszyć. Badany materjał, ogrzany do temperatury 30^0, wlać do naczyńka pomiarowego do takiej wysokości, aby poziom cieczy nakrył kołeczek do poziomowania przy pionowem ustawieniu trzonka zatyczki. Naczyńko pomiarowe wstawić do wewnętrznego otworu kąpieli wodnej, doprowadzonej i utrzymymywanej w czasie trwania pomiaru w temp. 30^0, poczem do naczyńka ze smołą wstawić termometr. Termometrem tym co pewien czas mieszać smołę w naczyńku pomiarowem. Gdy nastąpi wyrównanie temperatur smoły i wody (30^0 z dokładnością do $\pm$ $0{,}1^0$), wyjąć termometr ze smoły, usunąć nadmiar jej w taki sposób, aby poziom końcowy w naczyńku przed pomiarem zlewał się z końcem ostrza kołeczka


KONSYSTOMIERZ B. T. A.
PN
15 m/m φ
5
10 φ
Mosiądz twardy
12 φ
105
110
5
Bronz fosfor.
10
14
3.5
Pręt stalowy
140 m/m
1
92
Kula z bronzu fosfor. φ 12.7 m/m

Rys. 2.

przy pionowem ustawieniu zatyczki. Cylinderek na 100 cm^3, zawierający 20 cm^3 dowolnego oleju mineralnego, podstawić pod wylot naczyńka pomiarowego, następnie unieść do góry zatyczkę i zawiesić ją zapomocą kołeczka na kołnierzu naczyńka. Gdy poziom cieczy przechodzi w cylinderku przez kreskę 25 cm^3, uruchomić sekundomierz, który należy zatrzymać przy przejściu poziomu przez kreskę 75 cm^3. W ten sposób zmierzyć w sekundach czas wylewu 50 cm^3 smoły. Czas ten podany w sekundach, oznacza lepkość właściwą (wiskozowość) smoły w 30^0.

B. Smoły stabilizowane.

Oznaczenie ciężaru właściwego, zawartości wody, destylatów z poszczególnych frakcji, naftalenu, antracenu wykonywać sposobami podanemi dla smół zwykłych. Powyższe dotyczy również lepkości właściwej (wiskozy).

Destylację zakończyć, gdy termometr wskazuje temperaturę 350^0 C. W wynikach podawać otrzymane ilości destylatów od 300 — 350^0 i paku oraz rzeczywistą temperaturę mięknienia paku. Przestrzeganie temperatur (60 — 75^0) mięknienia paku jest zbyteczne.

Oznaczenie procentowej zawartości asfaltu w smole stabilizowanej.

Z powodu braku dotychczas ścisłych metod analitycznych sprawę kontroli procentowej zawartości asfaltu w smole stabilizowanej uzgodnić z firmą dostarczającą smołę stabilizowaną.

Badania mikroskopowe.

Badania mikroskopowe przeprowadzać w powiększeniu 500 — 600 krotnem podając dokładnie powiększenie. Do wykonania preperatu użyć: 1) szkiełka przedmiotowego o wymiarach 75 × 25 × 1 mm; 2) szkiełka pokrywkowego o wymiarach 45 × 20 × 0,1 mm. Przygotowanie preparatu: na szkiełku przedmiotowem, ogrzanem w suszarce do 50^0 umieszcza się kroplę smoły stabilizowanej, wziętej za pomocą cienkiego drutu lub bagietki z naczynia konsystomierza przed pomiarem wiskozy. Smoła powinna posiadać temperaturę 30^0 i być dobrze wymieszana. Drut lub bagietkę należy zanurzyć, aż do dna naczynia, po wyjęciu poczekać, aż kilka pierwszych kropel ścieknie i dopiero jedną z następnych przenieść na szkiełko przedmio-

towe i przykryć szkiełkiem pokrywkowem, ogrzanem również do 50°. Suwając następnie szkiełkiem pokrywkowem rozprowadzić kroplę smoły, by zajęła przestrzeń około 20 × 20 mm. Grubość warstewki smoły nie powinna przekraczać 0,02 — 0,03 mm. Oglądanie preparatu uskuteczniać bezpośrednio po spreparowaniu i po 24-ch godzinach od chwili zrobienia preparatu — podając wygląd obrazu mikroskopowego po 24-ch godzinach.

C. *Smoły do użytku na zimno.*

Smołę zwykłą do użytku na zimno badać sposobami podanemi dla smół zwykłych. Smołę stabilizowaną do użytku na zimno badać sposobami podanemi dla smół stabilizowanych.

Lepkość właściwą (wiskozę) badać konsystomierzem w temperaturze 30° z tem, że w otwór wyciekowy naczyńka należy umocować obrączkę metalową, redukującą średnicę otworu wyciekowego do 4 mm.

Temperatura zapłonienia wg Pensky-Martensa.

Temperatura w czasie pomiaru powinna wzrastać najwyżej o 4° w ciągu jednej minuty.

Zdolności wiążące smół na zimno.

100 g suchego grysiku bazaltowego wolnego od pyłu (ziarna 2 — 5 mm) zmieszać dokładnie w naczyniu miedzianem z dnem płaskiem o przekroju 12,8 cm z 5 g smoły do użytku na zimno. Wysokość warstwy grysiku smołowanego powinna wynosić około 1 cm. Zawartość naczyńka po pewnym czasie zmieszać powtórnie i pozostawić w spokoju na przeciąg 24-ch godzin w temperaturze pokojowej, poczem zbadać zdolności wiążące smoły. W tym celu naczynie postawić pionowo, przyczem w ciągu przynajmniej 15 sek. grysik nie powinien się zesunąć.

Zachowanie się w wodzie.

a) Kawałek tłucznia bazaltowego o średnicy 3 — 5 mm zawiesić na cienkim drucie tak, aby jedno z naroży było skierowane nadół, poczem zanurzyć badany kawałek na przeciąg 2-ch minut do smoły, wyjąć i zawiesić swobodnie na jedną godzinę w temp. pokojowej. Po upływie tego czasu zanurzyć

badaną próbkę do litra wody destylowanej, poruszając drucikiem pod wodą w przeciągu 1 minuty. Woda może się tylko nieznacznie na brunatno zabarwić.

b) Drugi analogicznie sporządzony kawałek tłucznia bazaltowego pokryty smołą suszyć 24 godz. na powietrzu w temp. pokojowej i włożyć następnie na 24 godz. do wody destylowanej. Warstwa smoły powinna przylegać silnie do tłucznia bez wykazywania skłonności do odstawania, woda zaś nie powinna się barwić.

Odparowalność smoły do użytku na zimno.

W naczyńku miedzianem o przekroju wewnętrznym 12,8 cm i wysokości wewnętrznej ścianki 1,5 cm odważyć 50 g smoły, następnie postawić naczyńko wraz z wlaną smołą w miejscu wolnem od pyłu w temp. pokojowej (około 20°) unikając działania promieni słonecznych. Po trzech dniach naczyńko ze smołą zważyć i określić stratę ciężaru. W podobny sposób należy określić, jeżeli zachodzi potrzeba, odparowalność smoły po 10 i 30-tu dniach w temp. pokojowej.

IV. Pobieranie próbek.

Pobieranie próbek ma na celu uzyskanie pewnej ilości produktu o średnich własnościach przedłożonego materjału.

Próbki pobrane nie powinny być zanieczyszczone przez ciała obce, przeto naczynia przeznaczone do przechowywania próbek powinny być suche i czyste.

Po pobraniu próbek, naczynia należy szczelnie zamykać i zaopatrywać w etykiety.

Próbki należy w miarę możności pobierać na miejscu fabrykacji, aby można je było zbadać przed wysłaniem transportu; w przeciwnym razie — pobierać na miejscu przeznaczenia, przy odbiorze dostawy.

Próbki w ilości około 3 kg każda, przechowywać i przesyłać w blaszankach o możliwie szerokich szyjkach ze szczelnem zamknięciem.

Pobierający próbkę winien przechowywać u siebie próbkę analogiczną z przesłaną do zbadania.

Po pobraniu próbek sporządzać protokuł pobrania.

a) *Pobieranie próbek z beczek.*

Przy dostawie smół w beczkach, próbki pobierać postępując ściśle według niżej podanych punktów:

1. Beczkę kilkakrotnie przetoczyć w obu kierunkach, następnie obrócić na jedno, potem na drugie dno i ustawić czopem do góry.

2. Beczkę możliwie szybko odkorkować.

3. Z otwartej beczki pobrać próbkę przez powolne zanurzenie, aż do jej dna, rury zaopatrzonej zamknięciem. Rura winna być o wymiarach średnicy zewnętrznej 39 mm, a pręt przechodzący przez nią i działający na zamknięcie o średnicy 7 mm.

4. Pobraną próbkę zlać do odpowiedniego naczynia. Przyrząd do pobierania próbek oraz naczynie powinno być suche i czyste.

5. Przy dostawach wagonowych pobrać próbki z każdej dziesiątej beczki i zlać do wspólnego dla każdego wagonu naczynia; po wymieszaniu, odlać próbkę 3 kg przeznaczoną do analizy, oraz drugą identyczną, jako dowodową.

6. Naczynie służące do przesyłania próbki, po pobraniu jej, zamknąć szczelnie, zaplombować lub zapieczętować. Przygotowaną w powyższy sposób próbkę zaopatrzyć w etykietę z następującemi danemi. a) Nr. naczynia zawierającego pobraną próbkę, b) adresat, c) Nr. wagonu, listu przewozowego, ew. Nr. Nr. beczek z których pobrane zostały próbki, d) miejsce pobrania i data pobrania. e) gatunek smoły, f) pochodzenie smoły i znaki fabryczne.

7. Po wzięciu próbek z danego wagonu sporządzić protokuł pobrania z następującemi danemi: a) Nr. naczynia, b) adresat, c) Nr. wagonu, listu przewozowego ew. Nr. Nr. beczek z których pobrane zostały próbki, d) miejsce i data pobrania, e) gatunek smoły, f) pochodzenie smoły i znaki fabryczne, g) sposób pobrania, h) nazwiska pobierających i własnoręczny podpis pobierającego i świadków. Protokuł ten przesłać wraz z próbką do analizy. Odpis jego zachowuje u siebie pobierający.

8. W razie deszczu lub wiatru z pyłem, zabezpieczyć przed niemi przyrząd i pobraną próbkę.

Po pobraniu próbki z jednego wagonu przyrząd do pobierania rozebrać, dokładnie wymyć i wysuszyć.

b) *Pobieranie próbek ze zbiorników i cystern.*

Przy pobieraniu próbek z większych zbiorników i cystern postępować tak samo, jak przy pobieraniu próbek z beczek, odpada tylko mieszanie smoły w zbiorniku (p. 1). Do pobierania próbek użyć przyrządu analogicznego do opisanego w punkcie 3, lecz o większych wymiarach. Przyrząd powinien być takiej długości, aby przy zanurzeniu sięgał do dna zbiornika.

Przygotowanie, wysłanie próbek pobranych i sporządzenie protokułu — jak pod a) p. 6 i 7.

c) *Sposób użycia przyrządu do pobierania próbek smoły.*

Przyrząd do pobierania próbek składa się z następujących części: 1) rura żelazna odpowiedniej dlugości, 2) pręt żelazny z rękojęścią, uruchamiający zamknięcie.

Przy pobieraniu próbek ustawić pręt w taki sposób, aby dolny koniec rury był otwarty. Przyrząd zanurzyć powoli do beczki uważając, aby zanurzenie nie było szybsze niż wypełnienie się rury pobieraną smołą. Gdy koniec przyrządu dotknie dna, zamknąć otwór dolny zapomocą pręta i wyciągnąć aparat z beczki lub zbiornika. Dolny koniec przyrządu wstawić do odpowiedniego naczynia, otwierać powoli, uważając, aby wypływająca smoła ściekała bez pryskania.

Projekt.

WŁASNOŚCI ASFALTÓW DROGOWYCH PRODUKCJI KRAJOWEJ.

Les asphaltes du pays destinés à la construction des routes.

W celu zapoczątkowania systematycznych prac normalizacyjnych nad asfaltami drogowymi produkcji krajowej, wystąpił Drogowy Instytut Badawczy z inicjatywą zestawienia projektu minimalnych dopuszczalnych własności tych asfaltów.

Sprawa powyższa została poruszona na posiedzeniu Komisji Przetworów Naftowych P. K. N. w dniu 18.V.34 r. we Lwowie i następnie dyskutowana na konferencji w tym celu

zwołanej z udziałem przedstawicieli rafinerji w Drogowym Instytucie Badawczym w Warszawie dnia 1.VI.34 r.

W wyniku dyskusji ustalono:

1. Dla asfaltów rafinerji „Karpaty" i „Galicja", co do których D. I. B. rozporządza obszernym materjałem laboratoryjnym i doświadczalnym z kilku lat, wspólną tablicę minimalnych dopuszczalnych własności (tablica 1).

Dotychczasowe obserwacje stwierdzają, że przy zachowaniu tych własności, zwłaszcza w niskich temperaturach (asfalty powierzchniowe) istnieje pewność uzyskania dobrych wyników w praktyce.

2. Dla asfaltów rafinerji „Polmin" projekt minimalnych własności zaproponowany przez rafinerję (tablica 2)

3. Dla asfaltów rafinerji „Gazy Ziemne" projekt minimalnych własności zaproponowany przez rafinerję (tablica 3).

Projekt.

Tablica 1.[1])

Własności	181—220°	81—100°	55—65°	45—55°
1. Ciężar właściwy	>1.00	>1.00	>1.00	>1.00
2. Temp. mięknienia wg. P. i K.[2])	35—45°	41—49°	45—50°	52—58°
3. Temp. mięknienia wg. Kr. Sar.	25—30°	31—36°	33—40°	35—42°
4. Penetracja w 25°	181—220°	81—100°	55—65°	45—55°
„ w 0°	>10°	>8°	>3°	>2°
„ w —15°	>20° [3])			
5. Ciągliwość w 25°	>100 cm	>100 cm	100 cm	>60 cm
„ w 10°	>100 cm	>100 cm	>6 cm	>6 cm
„ w 0°	>10 cm			
„ w —5°	>5 cm			
6. Odparowalność w 163°/5 g.	<1.0%	<1,0%	<1,0%	<1.0%
7. Rozpuszczalność w CS_2 . .	>99.5%	>99.5%	>99.5%	>99.5%
8. Temperatura zapłonu . . .	>200°	>200°	>200°	>200°
9. Temperatura łamliwości wg. Fraass'a	<—18°	<—16°	<—10°	<—10°

[1]) Dotyczy asfaltów drogowych krajowych produkcji rafinerji „Karpaty" i „Galicja" (na podstawie danych analitycznych z roku 1933 i 1934).

Własności asfaltów drogowych o własnościach innych jak podane będą ustalane między odbiorcą a wytwórcą przez D. I. B.

[2]) Metodą obowiązującą jest metoda P. i K. Metodę Kr. Sarn. pozostawia się do następnej rewizji własności.

[3]) Asfalt winien być plastyczny i nie kruszyć się.

Zastosowanie.

181—220° — do użytku powierzchniowego i do wyrobu emulsji oraz do zmiękczania asfaltów naturalnych.

81—100° — do użytku wgłębnego, do zalewania spoin bruków kostkowych i klinkierowych, do warstw izolacyjnych jezdni mostowych, do ciężkich nawierzchni asfaltowych.

55— 65° }
45— 55° } do ciężkich nawierzchni asfaltowych i do stabilizacji smół.

Projekt.

Tablica 2.[1])

	I	II	III	IV
Ciężar gatunkowy	> 1.0	> 1.0	> 1.0	> 1.0
Odstęp temperatur Ubbelohde i temperat. zmięknienia wg. K.S.	20°	20°	20°	20°
Temperatura mięknienia wg. P. i K.	27/35	36/41	42/47	48/55
Temperatura mięknienia wg. Krämer- Sarnow'a	15/24	25/30	31/36	37/42
Temperatura łamliwości wg. Fraass'a	niżej —20	niżej —20	niżej —17	niżej —15
Penetracja w +25	—	340/200	200/80	80/50
15	175/150	—	—	—
0	20/15	15/10	10/5	5/2
—15	5	3	2	2
Ciągliwość w 25	—	80	60	40
10	30	20	10	7
0	14	10	5	—
—5	5	5	2	—
Odparowalność w 163°/5g.	niżej 0,1	niżej 0,1	niżej 0,1	niżej 0,1
Rozpuszczalność w CS_2	99%	99%	99%	99%
Zapalność	> 300	> 300	> 300	> 300

[1]) Dotyczy asfaltów krajowych produkcji rafinerji „Polmin". Według projektu rafinerji „Polmin".

Projekt.

Tablica 3.[1])

Własności	Asfalt powierzchniowy	Asfalt wgłębny	Asfalt twardy i do stabilizacji smół	
			I	II
1. Ciężar gatunkowy	około 1.00	> 1.00	> 1.00	> 1.00
2. Temp. mięknienia wg. P. i K.	34—41°	43—47°	48—52°	50—54°
3. Temp. mięknienia wg. Kr. Sar.	25—32°	33—37°	38—42°	40—44°
4. Temp. łamliwości wg. Fraass'a	poniż. —15°	—6° do —10°	—6° do —10°	—6° do —10°
5. Rozpuszalność w CS_2	około 99.8%	około 99.8%	około 99.8%	około 99.8%
6. Temp. zapłonu.	> 200°	> 320°	> 320°	> 320°
7. Penetracja w 25°	180—220°	80—100°	50—60°	40—50°
8. Ciągliwość w 25°	> 100 cm.	> 100 cm.	> 100 cm.	> 100 cm.
9. Odparowalność w 163°/5godz. .	< 0,5%	< 0,2%	< 0,2%	< 0,2%
10. Zawartość popioły	< 0,2%	< 0,2%	< 0,2%	< 0,2%
11. Penetracja po odparowalności.	> 60% pierwotnej	> 60% pierwotnej	> 60% pierwotnej	> 60% pierwotnej
12. Ciągliwość po odparowalności.	> 60% pierwotnej	> 60% pierwotnej	> 60% pierwotnej	> 60% pierwotnej

---

[1]) Dotyczy asfaltów krajowych produkcji rafinerji „Gazy Ziemne". Wg. projektu rafinerji „Gazy Ziemne".

Polskie normy. Termin zgłaszania sprzeciwów: 1.V.35. P. N. [2]) C.510—C.520

Projekt.

METODY BADAŃ ASFALTÓW DROGOWYCH [1]).

Méthodes normalisées d'examen des asphaltes destinés á la construction des routes.

Pobieranie próbek.
Oznaczenie ciężaru właściwego.
Oznaczenie temperatury mięknienia.
Oznaczenie penetracji.
Oznaczenie ciągliwości.
Oznaczenie odparowalności.
Oznaczenie temperatury zapłonu i temperatury palenia.
Oznaczenie składników rozpuszczalnych w CS_2.
Oznaczenie zawartości koksu i popiołu.
Oznaczenie zawartości parafiny.
Oznaczenie zawartości siarki.

a) Pobieranie próbek do analizy.

Pobieranie próbek ma na celu uzyskanie pewnej ilości produktu o średnich własnościach odpowiadających całości przedłożonego materjału. Rozróżnić należy następujące wypadki pobierania próbek:

1) asfalt opakowany jest w bębnach lub beczkach;
2) asfalt znajduje się w stanie nieopakowanym;

1. Pobieranie próbki przeciętnej z bębnów lub beczek.

W razie dostawy wagonowej należy pobrać przeciętną próbkę asfaltu z każdego dostarczonego wagonu: 10% dowolnie wybranych bębnów (beczek) rozciąć w połowie wysokości i pobrać pewną ilość asfaltu zapomocą łopatki żelaznej lub noża z blachy stalowej o ile dostarczony asfalt jest dostatecznie miękki.

Pobrane próbki z poszczególnych bębnów umieścić w wspólnem naczyniu, stopić ostrożnie na łaźni powietrznej lub olejo-

---

[1]) Poszczególne oznaczenia wykonuje się w razie potrzeby przy badaniu innych rodzajów asfaltów.

[2]) Projekt ostateczny, zgłoszony na posiedzeniu Komisji Przetworów Naftowych P. K. N. we Lwowie 18.V.34 r. opracowany przy współudziale: inż. W. Grossmana, kpt. inż. L. Millera, inż. W. J. Piotrowskiego i inż. W. Skalmowskiego.

wej, ogrzanej nie wyżej niż 50—60° ponad temperaturę mięknienia asfaltu i po wymieszaniu przygotować 2 identyczne próbki po 1 kg każda, umieszczając je w oddzielnych puszkach.

Z pobranych dwuch próbek jedna pozostaje u odbiorcy, jako próbka dowodowa, drugą zaś należy przesłać do zbadania wraz z protokułem pobrania.

Jeżeli bębny (beczki) zawierają asfalt twardy, wówczas z każdego dziesiątego bębna (beczki) po rozcięciu w połowie wysokości odłupać za pomocą dłuta i młotka pewną ilość kawałków, zebrać razem, rozdrobnić, dobrze wymieszać, przygotować 2 identyczne próbki po 1 kg każda i postępować następnie, jak wyżej podano.

2. *Pobieranie próbki przeciętnej asfaltów dostarczonych bez opakowania.*

Próbki asfaltów twardych przesyłanych bez opakowania pobierać wg. przepisów ustalonych przez Polski Komitet Normalizacyjny do pobierania próbek węgla kamiennego P. N. 504.

Uwaga.

Jeżeli przy kontroli dostawy oprócz analizy, mającej na celu ustalenie właściwości asfaltu, chodzi również o sprawdzenie jego jednorodności w poszczególnych bębnach (beczkach), wówczas z danej dostawy pobrać należy przynajmniej z dwuch bębnów (beczek) podwójne próbki w sposób podany wyżej. Próbkę z każdego bębna umieścić w osobnej puszce i zaopatrzyć w nalepkę. Puszki z próbkami z poszczególnych bębnów wraz z protokułem, zawierającym uwagę ile próbek zostało pobranych z danej dostawy przesłać do zbadania. Odbiorca zachowuje u siebie identyczne próbki, jako dowodowe. W laboratorjum bada się każdą próbkę osobno.

b) *Przesyłanie próbek do badań.*

Naczynia (puszki), w których przesyła się próbki winny być cylindryczne, wykonane z blachy białej, suche i czyste o pojemności 1 kg i powinny posiadać szczelne pokrywy. Puszki te po ich napełnieniu, zalutowaniu i oplombowaniu, względnie opieczętowaniu przez odbiorcę i dostawcę, powinny być zaopatrzone w nalepki z oznaczeniem na nich: rodzaju produktu, Nr. próbki i liczby porządkowej dotyczącego protokułu, poczem przesłane do zbadania wraz z protokułem pobrania, który należy sporządzić wg. wzoru załącznik 1.

Załącznik Nr. 1 do „Metody badania asfaltów".

PROTOKUŁ Nr..................

pobrania przeciętnych próbek asfaltów do analizy

Niżej podpisani:

1) Pan(owie)..
jako przedstawiciele odbiorcy

2) Pan(owie)..
jako przedstawiciele dostawcy

dnia.. 19.......... roku

w ....
(wymienić miejsce pobrania próbek)

pobrali próbki do analizy z partji asfaltów

....
(wymienić pochodzenie i rodzaj asfaltów)

dostarczonych przez firmę..
(wymienić dostawcę)

Firmie ....
(wymienić odbiorcę)

przeznaczonej do ....
(wymienić, do jakiego celu przeznaczony jest dostarczony asfalt)

Ciężar netto przesyłki .... kg

wysłanej ze stacji.. dnia ....

wagon, z którego pobrano próbki Nr. ....

List przewozowy Nr. ....

ilość bębnów (beczek).. szt. ....

numery i znaki na bębnach (beczkach), z których pobrano próbki ....

....

Ilość pobranych próbek .... szt. ciążar każdej .... kg

Próbki przeznaczone do ....
(analizy ogólnej, wzgl do sprawdzenia jednolitości dostawy)

umieszczono w puszkach blaszanych Nr.................., które zalutowano i opieczętowano (wzgl. oplombowano) przez odbiorcę i dostawcę co swojemi podpisami stwierdzają:

Podpis odbiorcy — Podpis dostawcy

.... dnia.............................. 193..... roku

Uwaga. Przy pobieraniu próbek asfaltów należy zachować jak najskrupulatniejszą ostrożność i czystość, gdyż zanieczyszczenia które mogą dostać się do badanego produktu podczas pobierania próbek (względnie nieprawidłowe ich pobranie) powoduje, że przeprowadzone badania fałszywie charakteryzują jakość badanego produktu. O ile pobrana próbka asfaltu wykazuje zawodnienie (pienienie i pryskanie podczas ogrzewania w temp. 100°), przed przystąpieniem do analizy należy ją uwolnić od wody przez ogrzewanie w temp. 105° aż do zaniku pienienia, a fakt zawodnienia uwidocznić w orzeczeniu.

Oznaczenie ciężaru właściwego.

Określenie.

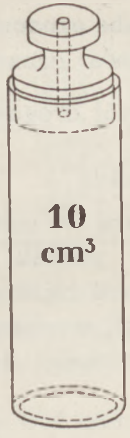
Ciężar właściwy asfaltu w temperaturze badania wyraża się stosunkiem ciężaru pewnej objętości asfaltu w tejże temperaturze do ciężaru tej samej objętości wody w temperaturze + 4°.

Ciężar właściwy asfaltu podaje się zwykle w temperaturze 15°.

Ciężar właściwy jest liczbą niemianowaną.

Skrót. C. wł. 15/4°.

Przyrząd Do oznaczenia ciężaru właściwego asfaltu służy piknometr o pojemności 10 cm³ bez termometru (rys. 1).



Rys. 1.

Wykonanie oznaczenia. Przedewszystkiem należy oznaczyć ciężar (a) piknometru próżnego wraz z zatyczką; potem ciężar (b) piknometru z zatyczką napełnionego wodą destylowaną o temperaturze dokładnie 15°. Następnie napełnić oczyszczony i wysuszony piknometr roztopionym asfaltem do $^2/_3$ jego wysokości i wstawić na przeciąg pół godziny do suszarki. Temperatura suszarki powinna wynosić 50—60° ponad temperaturę mięknienia asfaltu. Ogrzewanie w suszarce ma na celu pozbawienia asfaltu pęcherzyków powietrza. Po wyjęciu z suszarki i doprowadzeniu do temperatury otoczenia oznaczyć ciężar (c) piknometru z asfaltem i z zatyczką, poczem dopełnić piknometr wodą destylowaną o temperaturze 15° i po założeniu zatyczki wstawić do wody o temperaturze ściśle 15° na przeciąg pół godziny, następnie piknometr wyjąć, oczyścić, osuszyć i zważyć (d).

Ciężar właściwy badanego asfaltu oblicza się z wzoru:

$$d\,\frac{15}{4} = \frac{(c - a) \cdot 0{,}999126\,^{1)}}{(b + c) - (a + d)}$$

Średnią z dwuch oznaczeń podaje się jako wynik. Różnica pomiędzy dwoma oznaczeniami nie może przekraczać liczby 0,001.

Oznaczenia temperatury mięknienia.

Do badania temperatury mięknienia asfaltu poleca się metodę „Pierścienia i Kuli".

Jeżeli zachodżi potrzeba oznaczenia temperatury mięknienia metodą Kraemer-Sarnow'a oznaczenie to należy przeprowadzić według norm dla smół drogowych $\frac{\text{PN}}{\text{C. 501}}$

Metoda „Pierścienia i Kuli".

Określenie. Za pomocą tej metody oznacza się temperaturę, w której mięknięjący produkt umieszczony w przepisanym normami pierścieniu pod ciężarem stalowej kuli (względnie kula stalowa o przepisowych wymiarach po przebiciu warstwy mięknięjącego produktu) dotknie dna zlewki lub podstawki aparatu.

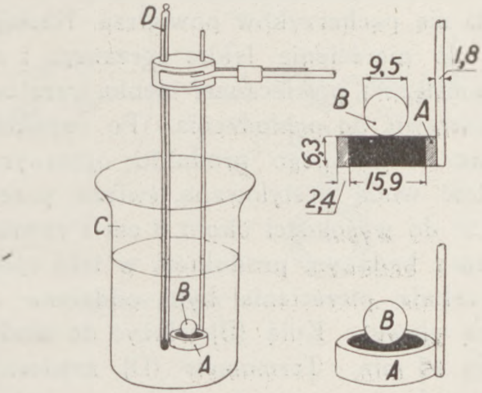
---

[1]) C. wł. wody w 15° = 0,999126.

Temperaturę mięknienia asfaltu podaje się ° C.

Skrót. T. miękn. P. i K.

Przyrządy. a) Pierścień mosiężny (A) (rys. 2) o średnicy wewnętrznej 15,9 mm (± 0,2 mm) i wysokości 6,3 mm (± 0,5 mm); grubość ścianki wynosi 2,4 mm (± 0,25 mm).



Rys. 2.

W aparacie najprostszej konstrukcji pierścień powinien być przymocowany do drutu mosiężnego o średnicy 1,8 mm.

b) Kula stalowa polerowana (B) o średnicy 9,5 mm i o ciężarze 3,45—3,55 g.

c) Zlewka szklana (C) o średnicy nie mniejszej niż 8,5 cm i wysokości nie mniejszej niż 150 mm.

d) Termometry

Znakowanie	Skala w °C	Podzielona na °C	Długość skali w mm	Długość termometru w mm	Odległość początku skali od dolnej części naczyńka rtęciowego w mm	Długość naczyńka rtęciowego w mm	Średnica		Głębokość zanurzenia przy cechow. w mm	Średnia temp. wystającej nitki w °C	Dokładność oznaczeń termometru w °C
							termom. w mm	naczyńka rtęciowego w mm			
K. P. 1	0 do 80	1/2	185±10	300±10	75±10	14±1	7,0±0,5	6,0±0,5	60	30	±0,2
K. P. 2	70—150	1/2	185±10	300±10	75±10	14±1	7,0±0,5	6,0±0,5	60	30	±0,5

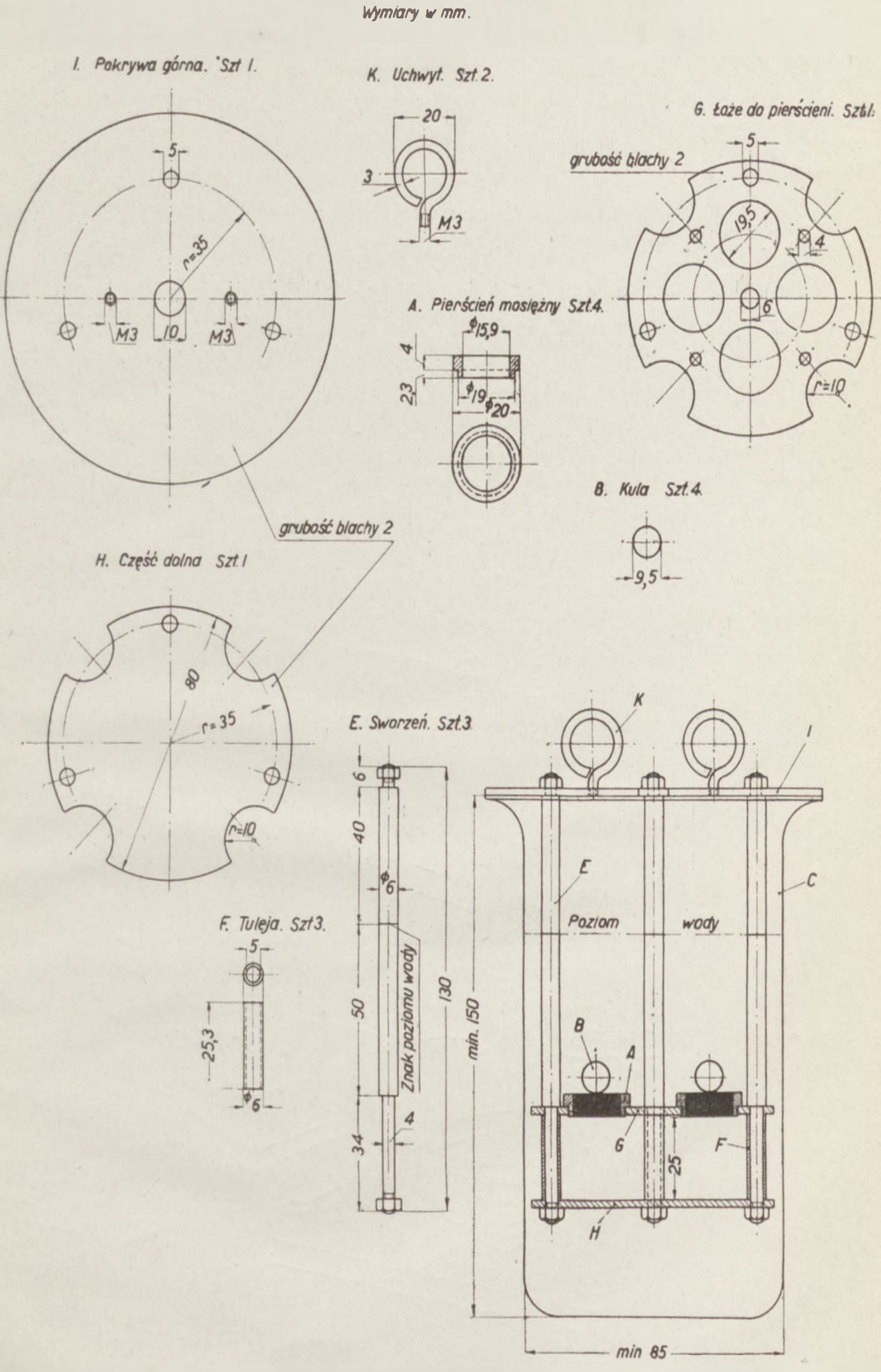
Termometry powinny być sporządzane ze szkła jenajskiego 59III lub innego równowartościowego sztucznie postarzane

o skali wewnętrznej i cechowane przy zanurzeniu 60 mm z tego też względu przy użyciu tych termometrów nie stosuje się poprawki na wystający słupek rtęci.

Wykonanie oznaczenia. Próbkę należy roztopić na łaźni olejowej w temperaturze nie wyższej niż 50^0—60^0 ponad przypuszczalną temperaturę mięknienia asfaltu i wymieszać dokładnie unikając tworzenia się pęcherzyków powietrza. Następnie wlać roztopiony asfalt do pierścienia lekko ogrzanego i spoczywającego na płytce mosiężnej, powleczonej cienką warstewką płynnego mydła i pozostawić do ochłodzenia. Po zupełnem ochłodzeniu ściąć nadmiar badanego produktu ogrzanym nożem. Zlewkę (C) napełnić wodą destylowaną, świeżo przegotowaną o temperaturze $+5^0$ do wysokości około 8 cm i zawiesić w niej następnie pierścień z badanym produktem w taki sposób, ażeby dolna powierzchnia pierścienia była oddalona dokładnie o 2,5 cm. od dna zlewki. Kulę (B) włożyć do wody na dno zlewki na przeciąg 15 min. Termometr (D) zawiesić w taki sposób, ażeby dolny koniec naczynia rtęciowego był na poziomie dolnej krawędzi pierścienia, a odstęp naczynia rtęciowego od pierścienia wynosił 6 mm. Po upływie 15 min. wstawić ostrożnie kulę (B) za pomocą szczypców na środek pierścienia (A). Wodę w zlewce ogrzewać następnie w taki sposób ażeby temperatura podnosiła się po 5^0 ($\pm$ $0{,}5^0$) na minutę. Temperaturę, w której miękniejący produkt pod ciężarem kuli (względnie sama kula) dotknie dna zlewki, przyjmuje się jako temperaturę mięknienia.

Urządzenie, uwidocznione na rysunku 3 pozwala na jednoczesne oznaczenie temperatury mięknienia 4-ch próbek. Przyrząd jest w taki sposób skonstruowany, że odstęp dolnej krawędzi pierścienia od dolnej płytki metalowej (H) wynosi dokładnie 2,5 cm.

Górna płytka posiada otwór o średnicy 6 mm przeznaczony do umieszczenia naczyńka rtęciowego termometru, poza tem 4 otwory o średnicy 19,5 mm, przeznaczone do umieszczenia pierścieni, zawierających asfalt, pierścienie w tym celu posiadają w dolnej krawędzi odpowiednie wyżłobienia; ponad to w płytce (G) znajdują się 4 otwory do umieszczenia kul w czasie chłodzenia. Dla asfaltów powyżej 80^0 stosować zamiast wo-


Wymiary w mm.
I. Pokrywa górna. Szt I.
K. Uchwyt. Szt.2.
G. Łoże do pierścieni. Szt.I.
grubość blachy 2
A. Pierścień mosiężny Szt.4.
B. Kula Szt.4.
grubość blachy 2
H. Część dolna Szt.I
E. Sworzeń. Szt.3
F. Tuleja. Szt3.
Znak poziomu wody
Poziom wody
min. 150
min 85

Rys. 3.

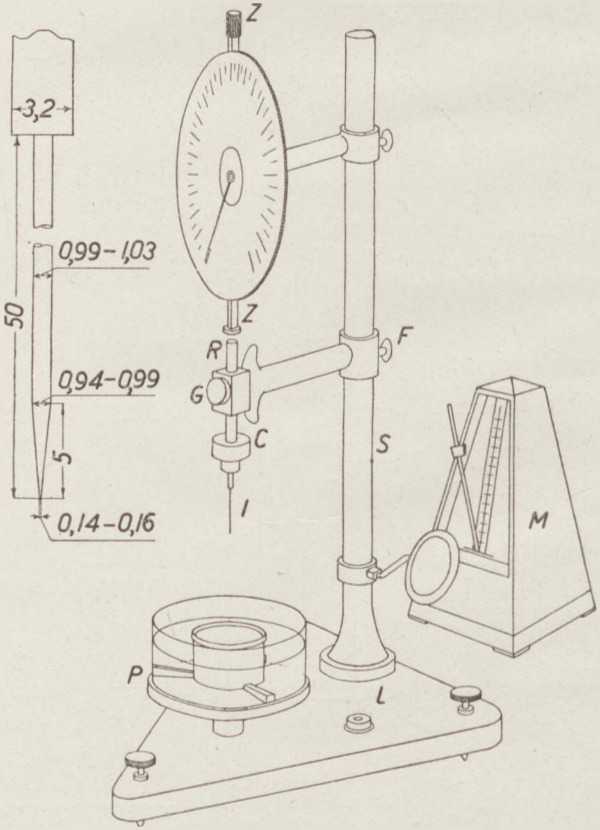
dy glicerynę. Oznaczenie rozpoczynać wówczas w temperaturze 30° (zamiast 5°).

Jako wynik podaje się średnią z dwóch oznaczeń nie różniących się więcej niż o 1°.

Oznaczenie penetracji

Określenie. Penetracja charakteryzuje konsystencję asfaltów. Miarą penetracji jest głębokość, na jaką zagłębia się w badany produkt znormalizowana igła w dokładnie określonych warunkach obciążenia, czasu i temperatury. Penetrację podaje się w stopniach (°) penetracji, przyczem 1° penetracji odpowiada 0,1 mm zagłębienia się igły w badany produkt.

Skrót: Pen. . . . °. (Należy podawać temperaturę w jakiej wykonano pomiar).



Rys. 4.

Przyrząd. Do pomiaru służy penetrometr, uwidoczniony na rys. 4, składający się ze statywu metalowego (S), na podstawie (L), którego osadzony jest ruchomo na śrubie stolik (P). Na statywie znajduje się łapka (F), która utrzymuje w uchwycie (G) trzonek (R) zakończony stalową znormalizowaną igłą penetracyjną.

Wymiary igły penetracyjnej.

Długość igły bez uchwytu	49 — 51 mm
Średnica igły na końcu	0.14—0,16 mm
Średnica igły w odległości 5 mm od końca .	0,94—0,99 mm
Średnica części cylindrycznej igły	0,99—1,03 mm
Kąt wierzchołkowy zaostrzenia	$8^0 40'$ — $9^0 40'$

Trzonek (R) obciążony jest ciężarkiem (C). Ciężarek, trzonek, oraz igła powinny ważyć razem dokładnie 100 g. Trzonek z igłą przesuwa się swobobnie w uchwycie, przy naciśnięciu guzika (G) [1]. Każde położenie trzonka (R) z igłą, rejestruje się przez dosunięcie do jego końca pręta (Z), którego ruch samoczynnie jest przenoszony na wskazówkę tarczy (T). Tarcza jest podzielona na 360^0. Przeniesienie ruchu tak obliczone, że przesunięcie pionowe igły o 1 mm zaznacza się na tarczy obrotem wskazówki o 10^0, co oznacza 10^0 penetracji.

Oprócz penetrometru potrzebne są do wykonania pomiaru: czasomierz (M), szklana miska (K) z płaskim dnem o średnicy około 120 mm i wysokości około 60 m, oraz naczyńka penetracyjne (N) tłoczone z blachy białej o średnicy wewnętrznej 55 mm i wysokości 35 mm ponad to potrzebny jest termostat, zaopatrzony w mieszadło o pojemności conajmniej 10 l, pozwalający na utrzymanie stałej temperatury w granicach do 40^0 z dokładnością do $\pm$ $0,20^0$. Normalna temperatura pomiaru wynosi $25^0 \pm 0,2^0$.

Wykonanie oznaczenia.

Badany produkt roztopić na łaźni olejowej w temperaturze nie wyższej niż 50^0—60^0 ponad temperaturę mięknienia. Po dokładnem wymieszaniu wlać roztopiony produkt do dwóch ogrzanych naczyniek penetracyjnych i wstawić, celem usunię-

[1]) Trzonek powinien być zupełnie suchy.

cia pęcherzyków powietrza na godzinę do suszarki ogrzanej do temperatury nie wyższej niż 50°—60° ponad temperaturę mięknienia asfaltu. Następnie umieścić przygotowane próbki pod zabezpieczającem od zanieczyszczeń przykryciem na przeciąg godziny w takiem miejscu, ażeby temperatura otaczającego powietrza nie była niższą niż 18°. Po godzinie (zachowanie czasu jest bardzo ważne) przenieść próbki na dalszą godzinę do termostatu, napełnionego wodą o temperaturze 25° (± 0,2°). Po wyjęciu z termostatu przenieść naczyńko z asfaltem do miski szklanej (K) napełnionej wodą o tej samej temperaturze (25°) co i woda w termostacie i umieścić miskę wraz z naczyńkiem na stoliku (P). Następnie ustawić koniec igły penetracyjnej dokładnie na powierzchni badanego produktu, niezarysowując jej, w pewnem oddaleniu (conajmniej 1 cm) od brzegu i od środka próbki, poczem zapomocą pręta (Z) zarejestrować położenie początkowe igły, następnie uruchomić szasomierz (M) i jednocześnie nacisnąć guzik (G). Igła, na skutek posiadanego obciążenia, zagłębia się w badany produkt. Po 5 sek. (10 uderzeniach czasomierza), zwolnić nacisk guzika (G) przez co zatrzymuje się wnikanie igły w produkt. Ponownie zarejestrować położenie igły i odczytać na tarczy ilość stopni penetracji. Po zanotowaniu wyników wyjąć igłę ostrożnie z badanego produktu, wstawić nową igłę do uchwytu i powtórzyć pomiar. Należy wykonać na każdej z dwóch próbek conajmniej trzy pomiary, różnice między któremi nie powinny przekraczać wartości niżej podanych. Każde nakłucie powinno być oddalone od poprzedniego od brzegu naczynia i od środka próbki conajmniej o 1 cm. Podczas badania próbka powinna być pokryta warstwą wody o grubości 1 cm. Jako wynik przyjmuje się średnią z 6-ciu oznaczeń, które nie powinny różnić się między sobą więcej niż o 2° przy penetracji do 40°

o 3°	„	„	40—80°
o 5°	„	„	80--100°
o 10°	„	„	100—200°
o 20°	„	„	pow. 200°

Oznaczenie ciągliwości.

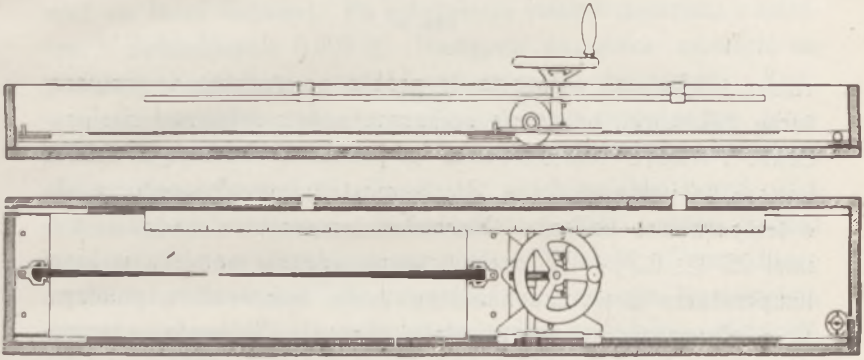
Określenie.

Ciągliwość badanego asfaltu mierzy się długością (wyrażoną w cm), do jakiej rozciągnąć się daje bez rozerwania prób-

ka badanego asfaltu o określonym kształcie i wymiarach i w określonych warunkach (szybkość rozciągania i temperatura pomiaru).

Skrót. Ciągl. . . . cm. (Należy podawać temperaturę w jakiej wykonano pomiar).

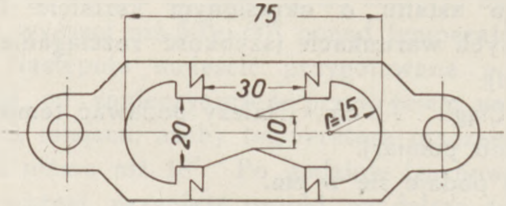
Wyniki podaje się w cm.



Rys. 5.

Przyrząd. Do oznaczenia ciągliwości służy aparat (duktylometr) (ryc. 5) składający się z podłużnej skrzyni (S) wyłożonej biało emaljowaną blachą lub szkłem mlecznem. Na jednym końcu skrzyni znajduje się nieruchomy mostek (M) z trzema haczykami. Identyczny drugi mostek (M_1) również z trzema haczykami przesuwa się wzdłuż skrzyni zapomocą odpowiedniego mechanizmu o napędzie elektrycznym lub ręcznym (zaleca się jako napęd silnik elektryczny o uregulowanych obrotach). Wzdłuż krawędzi skrzyni znajduje się podziałka (P), po której przesuwa się wskaźnik połączony z ruchomym mostkiem. Do aparatu należą: przynajmniej trzy foremki (rys. 6) o znormalizowanych wymiarach, służące do formowania próbek, płyta metalowa polerowana oraz termostat wodny, taki sam, jak przy oznaczaniu penetracji.

Wykonanie oznaczenia. a) Przygotowanie próbek. Trzy foremki, ujęte w zacisku układa się na płycie metalowej, powleczonej warstwą płynnego mydła. Boczne części foremek powinny być również posmarowane. Do tak przygotowanych foremek nalać badanego produktu, uprzednio roztopionego i ogrzanego do temperatury 50 — 60° wyższej ponad tempe-



Rys. 6.

raturę mięknienia. Pozostawić próbki na godzinę w temperaturze pokojowej, następnie ogrzanym nożem ściąć nadmiar produktu i włożyć foremki wraz z próbkami badanego asfaltu jeszcze na jedną godzinę do termostatu napełnionego wodą o temperaturze badania. Normalna temperatura badania wynosi 25° (± 0,2°). W razie przeprowadzenia pomiaru w innej temperaturze w wynikach należy podać temperaturę pomiaru. W międzyczasie należy napełnić skrzynię (S) wodą o temperaturze pomiaru do takiej wysokości, ażeby próbki, po założeniu ich na haczyki mostku były pokryte warstwą wody o grubości około 25 mm.

Temperatura wody w skrzyni (S) podczas oznaczenia winna być stałą i wynosić 25° (± 0,2°).

Następnie przenieść próbki z termostatu do skrzyni (S), zawiesić wszystkie na haczykach mostków poczem odrzucić boczne części foremek, ustawić wskaźnik na początek podziałki i uruchomić mechanizm napędowy w taki sposób, ażeby szybkość wyciągania wynosiła 5 cm (± 0,5 cm) na minutę. Podczas wyciągania obserwować nić rozciągającego się asfaltu i zanotować położenie wskaźnika w chwili przerwania się nitki.

Średnia z trzech oznaczeń jest miarą ciągliwości, przyczem dopuszczalna różnica między oznaczeniami nie powinna przekraczać 10% od wyniku mniejszego.

Oznaczenie odparowalności.

Określenie. Stopień odparowalności asfaltów określa się wysokością straty ciężaru, powstałej przy ogrzewaniu w określonych warunkach, pewnej ilości produktu, pozbawionego wody. Wyniki podaje się w %.

Skrót: Odp.

Przyrządy i sposób wykonania oznaczenia. Do dwóch naczyniek tłoczonych z blachy białej identycznych jak do oznaczenia penetracji, (o średnicy 55 mm wysokości 35 mm) nalać po 50 g (w przybliżeniu) badanego asfaltu uprzednio odwodnionego i ogrzanego do temperatury o 50° — 60° wyższej od temperatury mięknienia asfaltu. Ogrzewanie należy uskuteczniać na łaźni olejowej. Po ostygnięciu zważyć naczyńka z asfaltem z dokładnością 0,005 g. Następnie naczyńka umieścić na podkładce azbestowej ustawionej na półce termostatu. Konstrukcja termostatu winna umożliwiać przy dostatecznej wentylacji utrzymanie temperatury przepisanej (163°) z wahaniami nie przekraczającemi 1°. Termostat powinien być przed włożeniem próbek nagrzany do temperatury 163° poczem próbki pozostają w tej temperaturze przez 5 godzin. Temperaturę termostatu kontroluje się zapomocą dokładnego termometru, którego naczyńko z rtęcią zanurzone jest w asfalcie identycznym z badanym asfaltem i znajdującym się obok niego. Po upływie 5 godz. wyjąć próbki z termostatu i po ostygnięciu zważyć. Strata ciężaru przeliczona w stosunku procentowym, podaje stopień odparowalności badanego asfaltu. Przy analizach rozjemczych wolno umieszczać w termostacie jedynie tylko próbki jednego rodzaju badanego asfaltu.

Dokładność oznaczenia. Przy odparowalności poniżej 5%. różnica pomiędzy dwoma oznaczeniami nie powinna przekraczać liczby 0,5. Przy odparowalności powyżej 5% na każde 0,5% wyższej odparowalności różnica pomiędzy dwoma oznaczeniami wzrasta o liczbę 0,01.

Uwaga. W wypadku potrzeby stwierdzenia spadku penetracji, wywołanego przez ogrzewanie asfaltu, należy naczyńka zawierające asfalt już zbadany na odparowalność podgrzać, aż do ponownego stopienia się asfaltu, wymieszać ostrożnie drucikiem, a następnie oznaczyć jego penetrację.

Spadek penetracji asfaltu już zbadanego na odparowalność wyraża się w %% penetracji w stosunku do penetracji, jaką wykazała próbka asfaltu nie badanego na odparowalność. Jeżeli penetracja asfaltu przed oznaczeniem odparowalności wynosiła P_1, a penetracja po oznaczeniu odparowalności P_2, to spadek penetracji wyrażony w procentach wynosi:

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100$$

Identycznie oznacza się spadek ciągliwości na skutek ogrzewania badanego produktu przy oznaczeniu odparowalności Zwykle oznacza się również podwyższenie temperatury mięknienia asfaltu po oznaczeniu jego odparowalności.

Oznaczenie temperatury zapłonu i temp. palenia.

Temperatura zapłonu oznacza najniższą temperaturę, w której badany produkt, w odpowiednim przyrządzie, wydziela taką ilość pary, jaka wystarczy do wytworzenia z powietrzem, bezpośrednio nad powierzchnią cieczy, mieszaniny, eksplodującej za zbliżeniem płomyka zapalającego.

Temperatura palenia oznacza temperaturę, w której para badanego produktu pali się samoistnie przynajmniej przez trzy sekundy po oddaleniu płomyka zapalającego.

Wyniki podaje się w °C.

Skróty: T. zapł., T. pal.

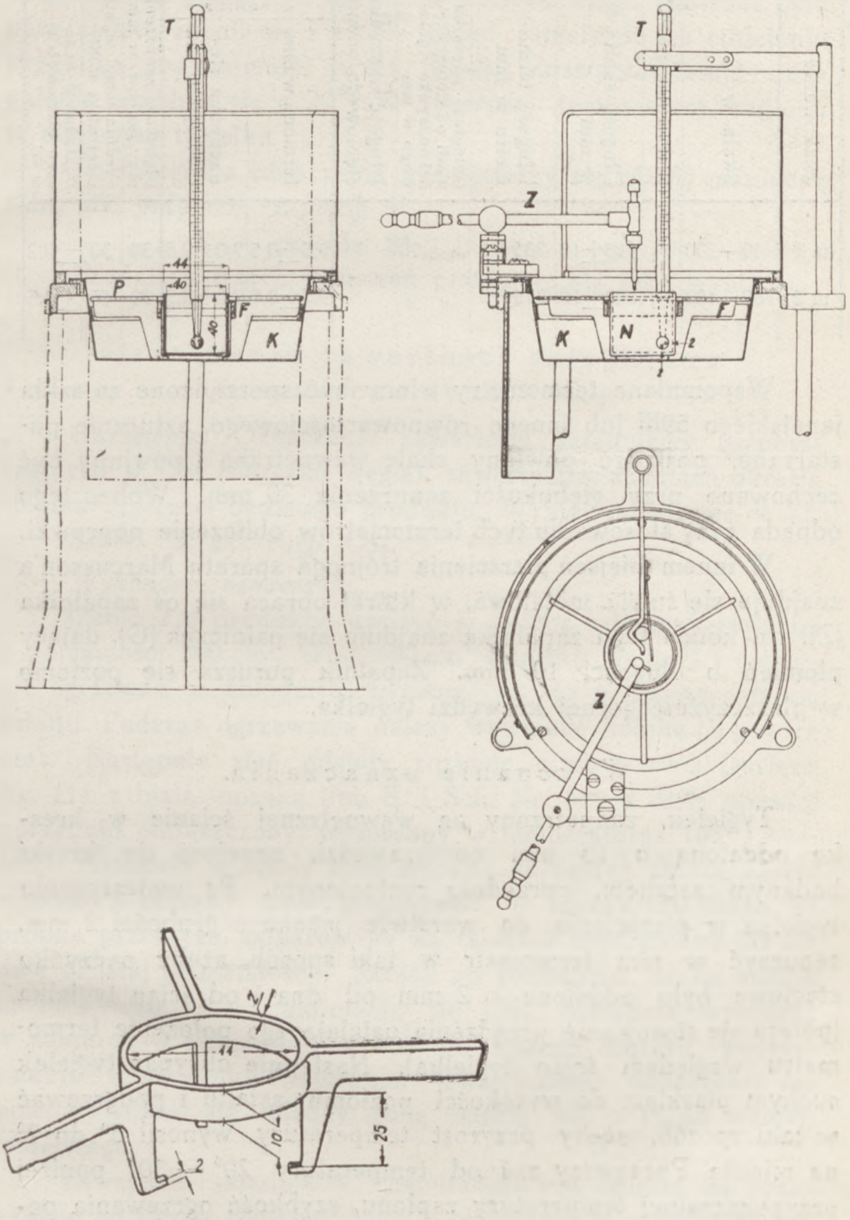
Przyrząd: Aparat Marcusson'a.

Aparat Marcusson'a.

Aparat Marcusson'a (ryc. 7) składa się z okrągłej metalowej miski (K) i z pierścienia żebrowego (F). Tygielek (N) ze stali nierdzewiejącej o średnicy wewnętrznej 40 mm (± 1 mm), wysokości wewnętrznej również 40 mm (± 1 mm) i grubości ścian 2 mm (± 0,2 mm) wstawić do pierścienia (F) w taki sposób, ażeby odległość jego od dna miski (K) wynosiła 2 mm, zaś odległość ścian jego od ściany (obrączki) pierścienia (F). wynosiła 1 — 2 mm. Krawędź tygielka wystaje o 5 — 6 mm ponad krawędź pierścienia (F). Na żebrach pierścienia leży krążek azbestowy (P) z okrągłym wykrojem, przeznaczony na tygielek, którego krawędź wystaje o 2 mm ponad krążek azbestowy (P).

Na krawędzi trójnoga, utrzymującego aparat nad palnikiem jest umocowany w uchwycie termometr (T) w taki sposób, ażeby naczyńko rtęciowe termometru było oddalone o 2 mm od ścian i od dna tygielka.

Do oznaczenia w aparacie Marcusson'a używa się dwuch termometrów: jeden z podziałką od 40 do 200°, a drugi od



Rys. 7.

180 do 400°. Wymiary tych termometrów winny być następujące:

Znakowanie	Skala w °C	Podzielona na °C	Długość skali w mm	Długość termometru w mm	Odległość początku skali od dolnej części naczyńka rtęciowego w mm	Długość naczyńka rtęciowego w mm	Średnica termom. w mm.	Średnica naczyńka rtęciowego w mm	Głębokość zanurzenia przy cechow. w mm	Średnia temp. wystającej nitki w °C	Dokładność oznaczeń termometru w °C
m 1	40—200	1/1	115 ± 10	235 ± 5	około 70		9.5 ± 0.5	9.0 ± 0.5	30	30	± 0.2
m 2	180—400	1/1	140 ± 10	275 ± 5	„ „		9.5 ± 0.5	9,0 ± 0,5	30	45	± 0.5

Wspomniane termometry winny być sporządzone ze szkła jenajskiego 59III lub innego równowartościowego, sztucznie postarzane, posiadać powinny skalę wewnętrzną i powinny być cechowane przy głębokości zanurzenia 30 mm. Wobec tego odpada przy stosowaniu tych termometrów obliczenie poprawki.

W innem miejscu pierścienia trójnoga aparatu Marcusson'a znajduje się tuleja metalowa, w której obraca się oś zapalnika (Z). Na końcu tego zapalnika znajduje się palniczek (G), dający płomień o długości 10 mm. Zapalnik porusza się poziomo w płaszczyźnie górnej krawędzi tygielka.

Wykonanie oznaczenia.

Tygielek, zaopatrzony na wewnętrznej ścianie w kreskę oddaloną o 15 mm od krawędzi, napełnić do kreski badanym asfaltem, uprzednio roztopionym. Po umieszczeniu tygielka w pierścieniu na warstwie piasku o grubości 2 mm, zanurzyć w nim termometr w taki sposób, ażeby naczyńko rtęciowe było oddalone o 2 mm od dna i od ścian tygielka (poleca się stosowanie urządzenia ustalającego położenie termometru względem ścian tygielka). Następnie obsypać tygielek suchym piaskiem do wysokości poziomu asfaltu i podgrzewać w taki sposób, ażeby przyrost temperatury wynosił 5° do 7° na minutę. Począwszy zaś od temperatury 20° — 30° poniżej przypuszczalnej temperatury zapłonu, szybkość ogrzewania powinna wynosić 3—4° na minutę. Od tej chwili co jeden stopień zbliżać zapalnik do powierzchni asfaltu w tygielku w taki sposób, ażeby płomyk długości 10 mm znajdował się ogółem przez 2 sekundy nad powierzchnią asfaltu, poczem zapalnik cofnąć.

Temperaturę palenia osiąga się w dalszym ciągu wówczas, gdy para asfaltu zapali się i płonie nadal samoistnie po oddaleniu zapalnika przynajmniej przez 3 sek. Zazwyczaj temperatura palenia znajduje się o 20⁰—50⁰ powyżej temperatury zapłonu w otwartym tygielku.

Poszczególne oznaczenia nie powinny się różnić pomiędzy sobą niż: przy tem. zapłonu 5⁰

„ „ palenia 8⁰.

Średnią z trzech oznaczeń przyjmuje się jako wynik.

Oznaczenie zawartości składników rozpuszczalnych w CS_2.

Określenie. Oznaczenie zawartości składników rozpuszczalnych w CS_2 (siarczku węgla), zawartych w asfaltach określa stopień czystości badanego produktu. Wyniki podaje się w %%.

Skrót. Z. skł. rozp. CS_2.

Wykonanie oznaczenia.

Około 2 g produktu zważyć w kolbce erlenmayerowskiej o pojemności 300 cm^3, zalać 100 cm^3 siarczku węgla [1]) i ostrożnie ogrzewać z chłodnicą zwrotną, aż do rozpuszczenia się asfaltu. Podczas ogrzewania należy wstrząsać kolbkę co pewien czas. Następnie zlać odstały roztwór przez sączek Durieux Nr. 111 z białą opaską (lub S. i Sch. Nr. 589 z białą opaską) uprzednio odtłuszczony, wysuszony w temperaturze 105⁰ i zważony. Pozostały w kolbie osad spłókać na sączek dalszą ilością siarczku i zebrany osad przemywać na sączku tak długo, aż próbka przesączu, odparowana na szkiełku zegarkowem już nie daje oleistej pozostałości. Sączek po przemyciu osadu suszyć na powietrzu, aż do ulotnienia się CS_2, następnie wysuszyć w suszarce w temperaturze 105⁰ do stałego ciężaru, poczem zważyć w naczyńku wagowem. Dwa kolejne oznaczenia nie powinny różnić się między sobą więcej niż o 1% od wyniku mniejszego.

Zawartość składników rozpuszczalnych oblicza się przez odjęcie od liczby 100 otrzymanej i obliczonej w procentach zawartości składników nierozpuszczalnych.

---

[1]) Oznaczenie to należy przeprowadzić z wielką ostrożnością ze względu na trujące i łatwopalne właściwości siarczku węgla.

Oznaczenie zawartości koksu oraz popiołu.

Określenie. Zawartość koksu oraz popiołu w asfalcie jest miarą jego zanieczyszczenia. Wyniki podaje się w %.

Skrót. Z. pop., Z. koksu.

Wykonanie oznaczenia.

Oznaczenie zawartości popiołu wykonuje się najlepiej obok oznaczenia składników nierozpuszczalnych. W tym celu zważyć należy do oznaczenia części nierozpuszczalnych nieco więcej asfaltu, zależnie od przypuszczalnej zawartości popiołu (2—5 g).

Po wykonaniu oznaczenia składników nierozpuszalnych w CS_2 sączek wraz z osadem należy zbadać na obecność soli nieorganicznych rozpuszczalnych w wodzie.

W tym celu należy sączek zwilżyć w wodzie i kroplę przesączu odparować na pokrywce tygielka platynowego. W razie stwierdzenia osadu, sączek należy wyługować przez gotowanie w wodzie destylowanej, poczem wysuszyć i spalić w tygielku platynowym, pozostałość wyprażyć do całkowitego spalenia się węgla. Wyciąg wodny stężyć, następnie przelać ilościowo do tygielka z popiołem, odparować na łaźni wodnej, wysuszyć i bardzo ostrożnie ogrzać małym płomieniem, a po ostygnięciu w eksykatorze zważyć.

W razie nie stwierdzenia obecności soli nieorganicznych rozpuszczalnych w wodzie, sączek wraz z osadem spalić w tygielku platynowym i wyżarzyć do całkowitego spalenia węgla, a po ostygnięcię w eksykatorze zważyć, poczem obliczyć zawartość popiołu,

Różnica, powstała przez odjęcie ilości popiołu od ilości składników nierozpuszczalnych w CS_2 daje zawartość koksu.

Odchylenia pomiędzy dwoma oznaczeniami nie powinny przekraczać 10% od wyniku mniejszego.

Oznaczenie zawartości parafiny.

Wyniki podaje się w %.

Skrót. Z. paraf.

a) *Przygotowanie próbek do analizy.*

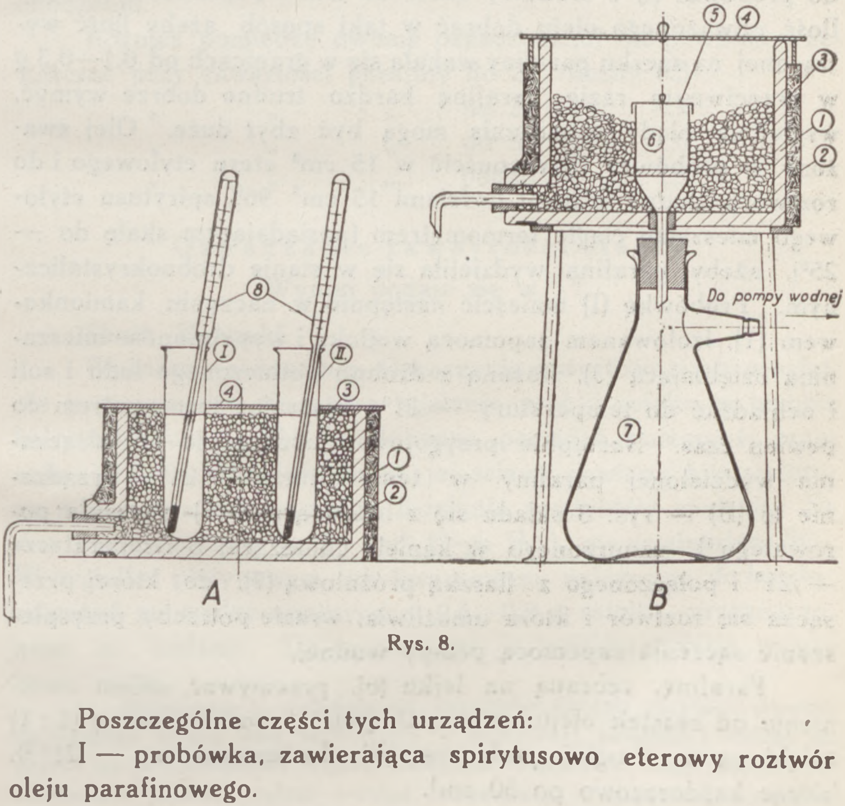
Do szklanej kolbki destylacyjnej o pojemności 50 cm^3, zaopatrzonej w rurkę odprowadzającą pary destylacyjne o długości 20 cm zważyć 10 g asfaltu i destylować (bez chłodnicy

wodnej i termometru) wszystkie składniki lotne, aż do uzyskania w kolbce destylacyjnej koksu. Destylaty odbierać do zważonej uprzednio małej kolbki Erlenmayera. Po ukończonej destylacji wyżarzyć kolbkę destylacyjną i rurkę odprowadzającą dużym płomieniem celem odpędzenia resztek oleju. Destylacja nie powinna trwać dłużej niż 5—6 minut licząc od początku ogrzewania.

Otrzymany destylat zważyć i oznaczyć zawartość parafiny wg. niżej podanej metody Engler-Holde'go.

b) *Przyrządy.*

Do oznaczenia parafiny stosuje się urządzenie podane na rys. 8 składające się z dwuch części: A — do wymrażania parafiny i części B — do odsączania parafiny.



Rys. 8.

Poszczególne części tych urządzeń:

I — probówka, zawierająca spirytusowo eterowy roztwór oleju parafinowego.

II — probówka, zawierająca mieszaninę spirytusowo eterową do przemywania wydzielonej parafiny.

1 — naczynie kamionkowe (kąpiel chłodząca),
2 — wojłok izolujący,
3 — mieszanina oziębiająca,
4 — pokrywa naczynia,
5 — pokrywy lejka,
6 — lejek z sączkiem szklanym,
7 — flaszka próżniowa,
8 — termometry jak do oznaczenia temperatury krzepnięcia metodą Holde'go $\frac{P\,N}{P - 215}$ posiadające skalę do — 25°.

c) *Wykonanie oznaczenia.*

Otrzymany olej zagrzać do 50 — 60° dobrze wymieszać i zależnie od przypuszczalnej zawartości parafiny zważyć 0,5—2 g do probówki (I) o średnicy około 30 mm i pojemności 50 cm³. Ilość odważonego oleju dobrać w taki sposób ażeby ilość wytrąconej na sączku parafiny wahała się w granicach od 0,1—0,3 g w przeciwnym razie parafinę bardzo trudno dobrze wymyć, względnie błędy oznaczenia mogą być zbyt duże. Olej zważony w probówce (I) rozpuścić w 15 cm³ eteru etylowego i do roztworu dodać małemi ilościami 15 cm³ 96% spirytusu etylowego mieszając ciągle termometrem (posiadającym skalę do — 25°), ażeby parafina wydzieliła się w stanie drobnokrystalicznym. Probówkę (I) umieścić następnie w naczyniu kamionkowem (1), izolowanem zapomocą wojłoku i wypełnionem mieszaniną oziębiającą (3), złożoną z drobno potłuczonego lodu i soli i ochładzać do temperatury — 21°, mieszając termometrem co pewien czas. Następnie przygotować urządzenie do odsączania wydzielonej parafiny w temperaturze — 21°. Urządzenie to (B) — rys. 8 składa się z lejka-sączka (6) ze szkła porowatego [1]), zanurzonego w kąpieli chłodzącej o temperaturze — 21° i połączonego z flaszką próżniową (7), do której przesącza się roztwór i która umożliwia, wrazie potrzeby, przyspieszenie sączenia zapomocą pompy wodnej.

Parafinę, zebraną na lejku (6), przemywać, celem uwolnienia od resztek oleju, mieszaniną spirytusowo-eterową (1 : 1) oziębioną w drugiej probówce (II) do temperatury — 21° [2]), biorąc każdorazowo po 30 cm³.

---

[1]) Schott Gen. forma G_3.

[2]) Do mycia należy używać tyle mieszaniny spirytusowo-eterowej, aby otrzymać na lejku parafinę o barwie możliwie jasnej.

Po wymyciu parafiny, wyjąć lejek (6) z kąpieli chłodzącej, dokładnie osuszyć, poczem parafinę rozpuścić w ciepłym eterze naftowym lub chemicznie czystym benzenie (nie dającym żadnej pozostałości przy odparowaniu w temperaturze 100°) i spłókać do zważonej kolbki z krótką i szeroką szyjką. Benzen względnie eter oddestylować na łaźni wodnej, kolbkę zaś wraz z pozostałością ogrzewać w suszarce w temperaturze 105° aż do stałego ciężaru, ustawiwszy kolbkę w pozycji poziomej. Zważoną ilość parafiny przeliczyć w stosunku procentowym do ciężaru użytego do oznaczenia asfaltu. Do wyniku należy zawsze dołączyć rezultat oznaczenia temperatury krzepnięcia parafiny (na kulce termometru) [1]) ze względu na kontrolę prawidłowości oznaczenia przy produktach znanych, a dla orjentacji o jakości parafiny przy produktach o nieznanem pochodzeniu.

Różnica pomiędzy dwoma oznaczeniami nie powinna przekraczać przy zawartości parafiny do 2% liczby 0,3

„	„	„	od 2—5%	„	0,5
„	„	„	od 5—8%	„	1,0
„	„	„	ponad 8%	„	1,5.

Oznaczenie zawartości siarki.

Wyniki podaje się w %%.

Skrót: Z. siarki.

Wykonanie oznaczenia. Oznaczenie zawartości siarki w asfalcie przeprowadza się przez spalenie próbki asfaltu w bombie kalorymetrycznej. Bomba powinna posiadać pojemność przynajmniej 300 cm^3, wewnętrzne jej ściany powinny być wyłożone materjałem odpornym na działanie produktów spalania. Na dno bomby nalewa się 20 cm^3 3%-go H_2O_2 nie zawierające SO_4. W tygielku platynowym lub kwarcowym, należącym do bomby, odważyć na wadze analitycznej 0,6—0,8 g asfaltu, przeznaczonego do badania. Do zważonego w tygielku asfaltu należy

---

[1]) Oznaczenie to wykonuje się zanurzając okrągłe naczyńko rtęciowe stosowanego w tym celu termometru w roztopionej parafinie i studząc następnie na powietrzu przy ciągłem obracaniu termometru. Jako temperaturę krzepnięcia parafiny należy przyjąć temperaturę, w której kropla parafiny zawieszona u spodu naczyńka rtęciowego termometru zmętnieje i zacznie się obracać wraz z termometrem.

wcisnąć lub wtopić drucik platynowy, służący do zapalania asfaltu. Tygielek z odważonym produktem zawiesić w uchwycie bomby, połączyć koniec drucika zapałowego z kontaktami w bombie i zakręcić szczelnie pokrywę, następnie połączyć bombę ze zbiornikiem tlenu i wypełnić powoli bombę tlenem, zwiększając stopniowo ciśnienie w bombie do 25 atm. Po zamknięciu zaworu, doprowadzającego tlen i odłączeniu rurki doprowadzającej, połączyć elektrody bomby z akumulatorami. Bombę umieścić następnie w naczyniu z zimną wodą i przez zamknięcie obwodu prądu zapalić badany produkt. Następnie pozostawić bombę na 10 — 15 minut w wodzie, a po upływie tego czasu otworzyć ostrożnie jeden z zaworów w celu wypuszczenia gazów spalenia. Gdy ciśnienie wewnątrz bomby spadnie, odkręcić powoli pokrywę i o ile spalenie było całkowite, przelać zawartość bomby do czystej zlewki, opłókać wodą destylowaną zapomocą tryskawki te części bomby, które stykały się z produktami spalania. Zebrany roztwór przesączyć, poczem sączek dokładnie przemyć wodą destylowaną Przesącz ogrzać do wrzenia, zakwasić lekko kwasem solnym i do wrzącego płynu dodać 5 cm^3 10%-wego roztworu chlorku baru. Przykrytą szkiełkiem zegarkowem zlewkę pozostawić na godzinę na wrzącej łaźni wodnej, następnie zlać roztwór z nad osadu przez sączek Durieux Nr. 111 z żółtą opaską (lub S. i Sch. Nr. 589 z niebieską opaską). Osad siarczanu baru przenieść na sączek i przemywać wodą gorącą, aż do zaniku reakcji na chlor, poczem wilgotny sączek przenieść do zważonego uprzednio tygielka i po wysuszeniu i spaleniu wyżarzyć pozostałość do stałego ciężaru. Różnica pomiędzy dwoma oznaczeniami nie może przekraczać 5% od wyniku mniejszego.

Projekt.

EMULSJE BITUMICZNE.

Les emulsions bitumineuses.

A. *Pobieranie próbek.*

a) Pobieranie próbek z beczek. Przy dostawie emulsji w beczkach próbki pobierane są w następujący sposób:

1. Beczkę należy przetoczyć kilkakrotnie w obu kierunkach, następnie obrócić ją na jedno, potem na drugie dno i ustawić czopem do góry.
2. Beczkę należy możliwie szybko odszpuntować.
3. Z otwartej beczki pobiera się próbkę odpowiednią sondą (rurą zaopatrzoną zamknięciem). Sondę należy zanurzać powoli, áż do dna beczki.
4. Pobraną próbkę należy zlać do odpowiedniego naczynia.
5. Przyrząd do pobierania próbek jak i naczynie winno być czyste i suche.
6. Przy dostawach wagonowych w beczkach, z każdego wagonu osobno pobiera się próbki. Z każdej 10-ej beczki pobiera się sondą pewną ilość emulsji i zlewa do wspólnego dla każdego wagonu naczynia, skąd po wymieszaniu odlewa próbkę 3 kg przeznaczoną do analizy, oraz drugą identyczną, jako dowodową.
7. Naczynie służące do przesyłania próbki, po wlaniu doń próbki, zamyka się szczelnie, plombuje lub pieczętuje. Przygotowaną do wysyłki próbkę zaopatruje się w etykietę znastępującemi danemi:

a) Nr. naczynia i L. dz. protokułu, którego dotyczy próbka,
b) Adresat,
c) Nr. wagonu, listu przewozowego, ewentualnie beczek,
d) Miejsce i datę poprania,
e) Nazwa i rodzaj emulsji,

f) Po wzięciu próbek z danego transportu, sporządza się protokuł pobrania próbek, według poniższego schematu.

Protokuł pobrania próbki emulsji bitumicznej do analizy.

1. Instytucja pobierająca próbkę:
2. Data pobrania:
3. Miejsce pobrania:
4. Rodzaj i pochodzenie emulsji:

5. Do jakiego celu przeznaczona jest emulsja (podać drogę, km).

6. Nr. wagonu i listu przewozowego, transportu z którego pochodzi próbka:

7. Uwagi pobierającego lub komisji pobierającej:

8. Podpisy pobierającego i świadków.

Protokuł należy przesłać wraz z próbką. Odpis protokułu zachowuje u siebie pobierający próbkę.

Uwaga. Pobrane próbki należy zabezpieczyć starannie od deszczu i kurzu.

Po pobraniu próbek należy przyrząd do pobierania rozebrać, wymyć i dokładnie wysuszyć.

b) *Pobieranie próbek ze zbiorników i cystern.* Przy pobieraniu z większych zbiorników i cystern postępuje się podobnie, jak przy pobieraniu próbek z beczek, odpada jedynie mieszanie emulsji w zbiorniku (pkt. 1). Do pobierania próbek używa się sondy analogicznej, jak opisana w pkt. 3 — jedynie w większych wymiarach. Sonda ma być takiej długości, aby przy zanurzaniu sięgała do dna zbiornika. Przygotowanie, wysyłanie pobranych próbek i sporządzanie protokułów pobrania, jak wyżej opisano.

Badania własności emulsji.

Przy całkowitej analizie emulsji należy wykonać następujące oznaczenia:

1. Wygląd i zewnętrzne własności emulsji,
2. Obraz mikroskopowy,
3. Ciężar właściwy,
4. Zawartość wody w emulsji,
5. Zawartość substancji bezwodnej,
6. Zawartość popiołu,
7. Jakość i własności bitumu użytego do emulsji,
8. Zdolności wiążące emulsji,
9. Próba na odstawanie,
10. Rozkład emulsji przy rozcieńczaniu wodą,
11. Rozkład emulsji na porcelanie i na mokrym i suchym kamieniu,
12. Nieodwracalność emulsji,
13. Odporność emulsji na mróz.

B. *Metody badania.*

1. *Zewnętrzne własności emulsji.* Należy zauważyć i zanotować barwę, zapach, jednolitość i odczyn (reakcję) ewentualnie obecność osadu.

2. *Obraz mikroskopowy.* Bada się przy 500-krotnem powiększeniu mierząc wielkość cząsteczek bitumu, zapomocą okularu z podziałką mikrometryczną.

3. *Ciężar właściwy:* oznacza się areometrem w 25^0.

4. *Zawartość wody w emulsji.* Oznaczenie wykonuje się przez destylację z ksylenem (metodą schläpferowską). Do destylacji należy brać 50 g badanej emulsji, którą zadaje się 150 cm^3 nasyconego wodą ksylenu i destyluje w aparacie schläpferowskim. (Opis aparatu: aparat do oznaczania wody metodą ksylenową składa się z kulistej kolby stosownej pojemności (pojemność kolby należy tak dobrać, aby jej zapełnienie badaną cieczą nie było większe niż $^2/_3$ całkowitej objętości kolby), nasadki destylacyjnej (t. zw. nasadki frakcyjnej), chłodnicy wodnej Liebiga i kalibrowanego cylindra miarowego, służącego jako odbiornik). W razie gdyby badana emulsja uporczywie przerzucała, ułatwia się rozpad emulsji przez dodawanie 0,5 g chlorku baru. Zebrany w kalibrowanem naczyniu destylat pozostawia się w ciepłem miejscu aż do zupełnego rozdzielenia się obu warstw cieczy, odczytuje ilość zebranej pod warstwą ksylenu wody. Zawartość wody podaje się w %% wagowych, przyjmując 1 cm^3 wody równy 1 g. Ilość wody zawartej w emulsji nie powinna przekraczać 50%.

5. *Zawartość substancji bezwodnej.* Zawartość substancji bezwodnej oblicza się jako różnicę (100 minus % wody zawartej w emulsji).

6. *Oznaczenie zawartości popiołu.* Około 1 g emulsji odważa się do tarowanego tygielka, poczem ogrzewając ostrożnie najpierw na łaźni wodnej, następnie na siatce azbestowej, a wreszcie na trójkącie, odparowuje się obecną w emulsji wodę i spala substancję organiczną emulsji. Tygielek praży się aż do stałej wagi. Zawartość popiołu podaje się w % wagowych.

7. *Badania użytego do emulsji bitumu.* 100 g badanej emulsji zadaje się 2,5 krotną ilością 96% alkoholu. Alkohol należy dodawać porcjami wśród ustawicznego mieszania. Po dodaniu całej ilości alkoholu oddziela się wytrącony

bitum i resztę roztworu wodnego wytrąca się benzenem. Wyciąg benzenowy dodaje się do wydzielonego z emulji asfaltu. Zebrany wraz z ekstraktem benzenowym asfalt sączy się, oddestylowuje benzen i bada pozostały bitum sposobami przepisanemi dla asfaltów drogowych.

Oznacza się:

1) Temp. mięknienia met. P. i K.
„ „ „ Kr. Sar.

2) Penetrację.

3) Ciągliwość.

Orjentacyjne znaczenie temp. mięknienia asfaltu z emulsji: około 20 g badanej emulsji wylewa się na talerz z niepolewanej porcelany i po 48 godzinach zbiera wydzielony bitum, który bada się na temp. mięknienia met. P. i K.

8. Zdolności wiążące emulsji. 100 g grysiku bazaltowego (ziarna 3 — 5 mm) miesza się w naczyniu z 10-cioma gramami badanej emulsji i pozostawia w spokoju na 1 godzinę. Po godzinie odlewa się oddzieloną wodę. Po 4 — 5 godzinach cała masa grysiku powinna być jednolicie związana.

9. Próba na odstawanie. 100 cm^3 emulsji wlewa się do cylindra miarowego o wysokości około 30 cm i średnicy około 3,5 cm. Cylinder zamyka korkiem i pozostawia w spokoju na 8 dni. Oddzieloną od całej masy ilość wody lub bitumu odczytuje się i podaje w procentach objętościowych. Następnie skłóca się zawartość cylindra i stwierdza, czy emulsja powraca do stanu pierwotnego.

10. Rozkład emulsji przy rozcieńczaniu wodą. 100 cm^3 emulsji umieszczone w cylindrze miarowym o pojemności 1 litra rozcieńcza się coraz większemi ilościami wody, aż do momentu rozpoczynającego się rozkładu emulsji. Rozcieńczenie rozkładające emulsję należy podawać w procentach objętościowych.

11. Rozkład emulsji na porcelanie. Pewną ilość badanej emulsji wylewa się na odtłuszczoną powierzchnię niepolewanej porcelany i rozprowadza równomiernie przez potrząsanie po całej powierzchni. Namiar emulsji zlewa się a naczynie pozostawia w temperaturze pokojowej notując czas potrzebny do rozkładu emulsji i wytworzenia powłoki bitumicznej.

12. Próba na nieodwracalność emulsji. a) Kawałek tłucznia bazaltowego o średnicy około 40 mm zawiesza się na nitce

tak, aby jedno z naroży było skierowane na dół, zanurza się na przeciąg 1 minutę do badanej emulsji poczem zawiesza swobodnie na nitce na przeciąg 1 godziny w temperaturze pokojowej. Po upływie tego czasu zanurza się próbkę do litra wody destylowanej, poruszając nią pod wodą w przeciągu 1 minuty i notuje, czy woda ulega zmętnieniu. b) Drugą, analogicznie sporządzoną próbkę suszy się 24 godziny na powietrzu i wkłada następnie na 24 godziny do wody destylowanej. Warstwa bitumu na próbce powinna przywierać silnie do kamienia bez wykazywania skłonności do odstawania i wytwarzania pęcherzyków, woda zaś nie powinna mętnieć.

13. Odporność emulsji na mróz. 50 cm^3 emulsji nalewa się do cylindra mierniczego o przekroju około 2,5 cm i zamraża do temperatury —8 — 12^0 przy pomocy lodu ze solą. Temperaturę tę należy utrzymać wciągu 15 minut. Po powrocie emulsji do temp. pokojowej stwierdza się, czy nie zaszło rozbicie się emulsji i czy emulsja powraca do pierwotnego stanu. Próbę tę powtarza się trzykrotnie.